منشورات جامعة حلب
معهد التراث العلمي العربي

تقي الدين والهندسة الميكانيكية العربية

مع

كتاب الطرق السنية في الآلات الروحانية

من القرن السادس عشر

الدكتور

احمد يوسف الحسن

تقي الدين والهندسة الميكانيكية العربية

مع

كتاب الطرق السنية في الآلات الروحانية

من القرن السادس عشر

معهد التراث العلمي العربي

جامعة حلب

تقي الدين والهندسة الميكانيكية العربية

مع

كتاب الطرق السنية في الآلات الروحانية

من القرن السادس عشر

الدكتور

احمد يوسف الحسن

مقدمة الكتاب

يصدر هذا الكتاب بمناسبة انعقاد الندوة العالمية الاولى لتاريخ العلوم عند العرب التي دعي اليها العلماء والباحثون من مختلف اقطار العالم احتفالا بانشاء معهد التراث العلمي العربي في جامعة حلب .

وبانشاء هذا المعهد تتحقق الخطوة الاولى في سبيل تحقيق حلم راود الافئدة سنين عديدة فهو أول معهد لتاريخ العلوم يتم تأسيسه في الجامعات العربية . والامل معقود ان يؤدي انشاء هذا المعهد الى دفع حركة البحث العلمي الى الامام والى استقطاب الباحثين وتوحيد جهودهم لكتابة تاريخ العلم والطب والتكنولوجيا في الحضارة العربية .

يهتم معهد التراث العلمي العربي بمجالات ثلاثة رئيسية وهي تاريخ العلوم الدقيقة وتاريخ الطب والصيدلة وتاريخ التكنولوجيا عند العرب .

ولقد أهتم كاتب هذا البحث منذ سنين عديدة بتاريخ التكنولوجيا العربية ، واثناء انشغاله بتهيئة بحث عن الهندسة الميكانيكية عند العرب بشكل عام عثر بطريق المصادفة في فهرس مكتبة تشستر بيتي في دبلن بارلنده ، على مخطوط عربي في الآلات الميكانيكية كتبه مهندس دمشقي في القرن السادس عشر هو تقي الدين محمد بن معروف . اسم هذا المخطوط « الطرق السنية في الآلات الروحانية » . ورقمه في مكتبة تشستر بيتي هو (MS 5232) .

وقد رأى كاتب البحث ان يعمد الى نشر هذا المخطوط قبل البحث عن نسخ أخرى في مكتبات المخطوطات لاسباب عديدة منها ان اسم هذا المخطوط لم يرد لدى بروكلمان وسوتر رغم انه ورد في كتاب كشف الظنون ، مما يحتمل معه الا تكون هناك نسخ معروفة في المكتبات العالمية . وهناك سبب آخر وهو ان هذه المخطوطة مكتوبة كما تدل بدايتها ونهايتها ، بقلم تقي الدين نفسه ، وخطها جيد ومقروء .

ومع انه تمت كتابة النص من جديد من اجل طباعته بحروف المطبعة إلا ان العديدين اكدوا على أهمية تصوير المخطوطة كما هي بطريقة الاوفست ما دامت هناك نسخة وحيدة من المخطوطة حسنة الخط ، فذلك أفضل لمصلحة الدارسين والباحثين .

تحمل المخطوطة تاريخ ٩٥٩ ﻫ (١٥٥١ م) وتدل صفحة العنوان على انه تمت مطالعة النسخة بعد عام واحد أي في عام ٩٦٠ ﻫ من قبل أحد الدارسين .

وهناك فراغات كثيرة في المخطوطه لم تعبأ بالاشكال . ومن حسن الحظ ان الفصل الخاص بآلات رفع الماء لا تنقصه الاشكال اللازمة . وقد حصل كاتب البحث على صورة للمخطوطة بالميكروفيلم اولا ثم طلب من المكتبة في دبلن ان تصور له كافة الصفحات المحتوية على الاشكال على لوحات فوتوغرافية صالحة للاخراج ، ثم جرى نشر المخطوطة الموجودة بين ايدينا الان بطريقة الاوفست باستخدام الميكروفيلم واللوحات الفوتوغرافية .

ويتألف الكتاب الحالي من قسمين : يبحث **القسم الاول** في سيرة تقى الدين ومكانته العلمية ومؤلفاته ثم يبحث في الهندسة الميكانيكية العربية وفي اهمية كتاب الطرق السنية وينتهي بالبحث في آلات رفع الماء الواردة في المخطوطة ، **والقسم الثاني** من الكتاب هو المخطوطة ذاتها .

ان نشر مخطوطة تقي الدين عن الآلات الروحانية يضع امام الباحثين كتاباً عربياً جديداً حول الهندسة الميكانيكية العربية في القرن السادس عشر الى جانب كتاب بني موسى في الحيل الذي يعود الى القرن التاسع والى كتاب الحيل الهندسية لبديع الجزري الذي يعود الى القرن الثالث عشر . وبذلك تصبح امام الباحثين الان سلسلة من المخطوطات في الهندسة الميكانيكية العربية تمكنهم من اعادة تقييم دراستهم لتاريخ الحضارة التكنولوجية العربية .

ولقد أعدّ هذا البحث تحت ظروف صعبة من الانشغال المستمر في الادارة الجامعية ، وكان من الممكن ان يكون اكثر اكتمالاً لو انه اعطى حقه من الوقت ، وكم كان جميلا لو ان النشر اقترن بملخص واف باللغة الانكليزية وبمعجم للمصطلحات الفنية . ولكن الكمال غاية لا تدرك . وعسى ان يتم استكمال هذا النقص في نشرة لاحقة من منشورات المعهد .

حلب ١٩٧٦

احمد يوسف الحسن

كلمة شكر

لم يكن اخراج هذا البحث ممكناً في ظروف الانشغال الصعب في الادارة الجامعية وفي هذا الوقت القصير لولا التعاون الصادق والجهود المخلصة من عدد كبير من الزملاء .

اشكر القائمين على مكتبة تشستر بيتي في دبلن بارلنده على تكرمهم بارسال الميكرو فيلم الخاص بالمخطوطة وبعض اللوحات المصورة وعلى سماحهم بنشر المخطوطة كاملة .

واتوجه بالشكر الى الدكتور ادوارد كنيدي الاستاذ في الجامعة الاميركية في بـــيروت والدكتور دونالد هيل الباحث في بريطانيا على ارسالها نسخاً عن بعض الابحاث غير المتاحة في حلب ، واشكر الاستاذ دريك برايس من جامعة ييل بالولايات المتحدة على ارساله صوراً ملونة عن الادوات الفلكية لتقي الدين .

واشكر كلا من الآنسة أمل رفاعي والدكتور عماد غانم والسادة مالك ملوحي ورياض سماني وجابر الاحمد من جامعة حلب على الجهود الـــتي بذلوها في البحث عن بعض المراجع وعلى مساعدتهم .

واشكر السيد جورج كوستانيان والسيد مصطفى تعمري اللذين قاما بتصوير ورسم كافة اجزاء المنشأة المائية في جامع الشيخ محي الدين في دمشق وحلب المعلومات اللازمة عنها .

واشكر السيد موفق غنام على جهوده التي بذلها من اجل اخراج هذا الكتـاب في وقت قصير .



الفهرس

القسم الاول

تقي الدين والهندسة الميكانيكية العربية

★ تشير هذه الأرقام الى الارقام المدونة على المخطوطة نفسها .

القسم الأول

تقي الدين

والهندسة الميكانيكية العربية

الدكتور

احمد يوسف الحسن

الفصل الأول

تقي الدين محمد بن معروف

الراصد الشامي المهندس والرياضي الفلكي

١ - ١ سيرته :

ورد اسمه على غلاف مخطوطة الطرق السنية في الآلات الروحانية المنشورة في هذا الكتاب هكذا :

« تقي الدين محمد بن معروف بن احمد بن محمد بن محمد بن احمد بن يوسف بن محمد..»

وورد اسمه في نهاية مخطوطة ريحانة الروح[١] المكتوبة بخط يده هكذا :

« تقي الدين محمد بن المعروف بن احمد بن محمد بن محمد بن احمد بن يوسف ابن الامير ناصر الدين منكويرس ابن الامير ناصح الدين خمارتكين الاسد العرين وامير المجاهدين »

وأورد اسمه حاجي خليفة في بعض المواقع هكذا[٢] :

تقي الدين بن معروف الراصد الشامي

واورد كل من بروكلمان وجورجي زيدان اسمه هكذا [٣] [٤] :

تقي الدين محمد بن معروف بن ملا الشامي الاسدي أمير المجاهدين الرصاد .

ولد في دمشق بصورة محققة . فقد وصف نفسه بخط يده على غلاف كتابه الطرق السنية في الآلات الروحانية انه « الدمشقي مولداً » .

ويورد حاجي خليفة[٥] نصا نقله عن تقي الدين من كتابه سدرة منتهى الافكار ، اذ يقول تقي الدين : « ولما كنت ممن ولد ونشأ في البقاع المقدسة ...»

وأشارت معظم المراجع الى انه ولد في دمشق (فهرس الكتبخانة المصرية[٦]، حاجي

---

(١) Vatican Arab 1424

(٢) ج ٢ ص ٩٨١ (٣) Suppl II p. 484 (٤) ج ٣ ص ٣٥٤

(٥) حاجي خليفة ج ١ ص ٩٠٦ (٦) الكتبخانة ج ٥ - ٦ ص ٢٥٩

خليفة[١] ، بروكلمان[٢]، سوتر [٣] ، على ان بعض المصـادر ذكرت انه ولد في القاهرة (عزاوي[٤]) ، وقد جاء الخطأ الاساسي نقلا عن عطائي في كتابه « ذيـل الشقائق » الذي استند اليه كل من موردتمان[٥] وصالح زكي[٦] . ويبدو ان عطائي اورد عدداً من الاخطاء وليست روايته حول تقي الدين وخاصة ما يتعلق منها بحياته قبل مجيئه الى القسطنطينية موثوقة.

واشارت معظم المراجع ايضاً (فهرس الكتبخانه[٧] بروكلمان[٨]سوتر[٩] على انه ولد عام ٩٣٢ ﻫ (١٥٢٥/٢٦م) وذلك في الرابع من رمضان (فهرس الكتبخانة).

على ان عطائي في كتابه ذيل الشقائق اورد انه ولد عام ٩٢٧ ﻫ (١٥٢٠م) واستندالى هذه الرواية باحثون لاحقون (موردتمان[١٠] عزاوي[١١]، تكلي[١٢])

واجمعت كافة المراجع المشار اليها على انه توفي عـام ٩٩٣ ﻫ (١٥٨٥م) في القسطنطينية على الارجح .

وقد نشأ تقي الدين في بيت علم ، فقد كان ابوه قاضياً ، ودرس هو كذلك عـلوم عصره واصبح قاضياً مثل ابيه ، اي ان تقي الدين كان من فئة العلماء واحتل مركز القضاء وهي اكبر وظيفة كان باستطاعة أرباب العلم العرب ان يتولوها في ذلك العهد . ولم تحدد الروايات بعد بدقة حـياة تقي الدين قبل استقراره في القسطنطينية وربما اصبح ذلك ممكـناً بعد دراسة كافة مخطوطات الكتب التى الفها .

ويبدو ان تقي الدين قضي فترة من حياته في مصر (وربما تم ذلك على مرحلتين) فقد اشارت بعض المراجـع التركيـة (Tekeli, Sayili) انه كان قاضيـا في مصر قبل استقراره في استنبول .

واشاد تقي الدين كثيراً في كل من كتابيه « الطرق السنية في الآلات الروحانيـة » و « الكواكب الدرية فى البنكامات الدورية » ، بعلي باشا الذي عين والياً لمصر عام ٩٥٦ ﻫ (١٥٤٩ م) والذي اصبح الصدر الاعظم في عام ٩٦٨ ﻫ (١٥٦٠ م) واهـدى كتـابيه اليه وذكر انه عمل في خدمته . ويبدو ان علاقته بعلي باشا كانت أثناء وجود الاخير والياً لمصر . فنحن نعـلم ان تقي الدين انتهى من تحرير كـتاب الطرق السنية في عام ٩٥٩ ﻫ (١٥٥٢ م) ومن تحرير كتاب الكواكب الدرية في عام ٩٦٦ ﻫ (١٥٥٩ م) أي في فترة

---

(١) حاجي خليفة (عدة اماكن)   (٢) بروكلمان Suppl II p. 484   (٣) سوتر Article 471
(٤) عزاوي ص ٣١٥   (٥) موردتمان ص ٨٢   (٦) انظر عزاوي .   (٧) انظر ماسبق
(٨) انظر ماسبق   (٩) انظر ماسبق   (١٠) انظر ماسبق   (١١) انظر ماسبق
(١٢) Tekeli (انظر المراجع).

تولى علي باشا ولاية مصر تقريباً .

ويبدو ان تقي الدين تولي القضاء بنابلس فيما بعد . ذلك أن حاجي خليفة[١] يذكر انه الف في عام ٩٧٥ هـ (١٥٦٨ م) كتاب « ريحانة الروح في رسم الساعات على مستوى السطوح » في قرية من قرى نابلس . ووردت عبارة (خويدم الشرع الشريف بقضاء نابلس) على الترجمة التركية لهذه المخطوطة الموجودة في المكتبة الظاهرية بدمشق تحت رقم (٧٥٦٦) .

وفي نهاية احدى نسخ كتاب الكواكب الدرية وردت العبارة التالية (Tekeli) :

« حرره مؤلفه افقر عباد الله الرؤف تقي الدين محمد بن معروف خويدم الشرع الشريف بقضا نابلس وذلك في التاسع عشر من شهر شعبان المكرم عام ست وستين بمحروسة مصر » .

ويمكننا ان نفهم من ذلك احد احتمالين اما ان تقي الدين كان قاضياً في نابلس عام ٩٦٦ هـ (١٥٥٩ م) وانه حرر كتابه اثناء احدى زياراته لمصر ، او انه حرر أي ألف كتابه لاول مرة في مصر عام ٩٦٦ هـ ثم عين قاضياً في نابلس بعد ذلك وانه كان يشير في ذلك النص الى وظيفته الجديدة في نابلس عندما كان ينسخ من جديد كتابه فيها .

ويبدو ان تقي الذي لم يكن اثناء اقامته في بلاد الشام او في مصر بعيداً كل البعد عن عاصمة الخلافة العثمانية . وربما كان بحكم وظيفته وبحكم حبه للعلم والاطلاع مضطراً للتردد على القسطنطينية . فهو يذكر في كتاب « الطرق السنية في الآلات الروحانية » انه كان موجوداً مع اخيه الاكبر في عام ٩٥٣ هـ (١٥٤٦ م) في القسطنطينية حيث صمما معاً « آلة لتدوير السيخ الذي يوضع فيه اللحم على النار فيدور من نفسه من غير حركة حيوان » .

وقدم تقي الدين بعد ذلك الى استنبول حيث انتسب الى معلم السلطان الخواجه سعد الدين واصبح من خواصه والملازمين له[٢] . وبدعم من الخواجه سعد الدين اصبح في عام ٩٧٩ (١٥٧١) رئيساً للفلكيين (منجم باشي) في أواخر حكم السلطان سليمان وقبل تولى السلطان مراد الثالث وذلك خلفاً لمصطفى جلبي[٣] .

ونجد بعد ذلك وصفاً لما جرى مع تقي الدين في قصيدة شعرية فارسية نظمها علاء الدين المنصور . ومخطوطة هذه القصيدة موجودة في جامعة استانبول تحت رقم (F 1404) . وهي مزينة بالرسوم الملونة الجميلة وقد نشر سايلي جانباً منها (Sayili-1) واسم القصيدة الشعرية شاهنشاهنامه وقد نظمها علاء الدين المنصور من شيراز بيلاد فارس باللغة الفارسية في عام ٩٨٩ هـ (١٥٨١ ميلادية) . وفيها سجل للفترة الاولى من حكم السلطان مراد الثالث الذي تولى

---

(١) ج ١ ص ٩٤٠ (٢) عزاوي (٣) موردتمان .

السلطنة بين عامي ١٥٧٤ و ١٥٩٥ م وقد دون علاء الدين في قصيدته قصة مرصد استانبول الذي انشأه وتولى رئاسته تقي الدين .

وقد عبر تقي الدين عن رغبته في انشاء مرصد في استانبول . واستطاع اقناع الصدر الاعظم (الوزير الاعظم) محمد باشا وكذلك الخواجه سعد الدين معلم السلطان بشكل خاص ، وقد استطاع هذان استخدام نفوذهما في اقناع السلطان من اجل تأسيس المرصد الجديد تحت اشراف تقي الدين .

وقد أعد تقي الدين تقريراً للسلطان شرح فيه ان الجداول الفلكية الموجودة اصبحت قديمة وغير قادرة على مجابهة متطلبات العصر وان الحاجة أصبحت ملحة لعمل جداول فلكية جديدة تستند الى المشاهدات الجديدة ، وقد استجاب السلطان لطلب تقي الدين استجابة حسنة ووافق الديوان (مجلس الوزراء) على انشاء المرصد وذلك في الاشهر الاولى من عام ٩٨٣ هـ (١٥٧٥ م) . انظر وصف المرصد في كتاب Sayili [١] .

وقد انتهى بناء المرصد وتجهيزه في عام ٩٨٥ هـ (١٥٧٧ م) وابتدأ العمل بالمشاهدات الفلكية فيه بصورة كاملة في نفس ذلك العام ، وفي اواخر ذلك العام ظهر شهاب مذنب في سماء استنبول وأعد تقي الدين كعادة أهل ذلك الزمان تفسيراً لهذه الظاهرة واعلم السلطان بانه سوف ينتصر على بلاد الفرس . ومع ان الجيش العثماني انتصر فعلا في حربه مع الفرس الا أنه مني ببعض الخسائر ورافق ذلك ايضاً مرض الطاعون . كما ان بعض الشخصيات المهمة توفيت في فترات قصيرة .

وقد خلق ذلك كله جواً سلبياً نحو المرصد وغذى الميول المتعصبة . وكان شيخ الاسلام قاضي زاده وجماعته في منافسة مع الصدر الاعظم محمد باشا ومع الخواجه سعد الدين . واستطاع شيخ الاسلام ان يذكي الحملة المعادية للمرصد وأن ينجح في اقناع السلطان بهدمه.. وقد تم هدم المرصد فعلا في عام ١٥٨٠ م وتقول احدى الروايات ان الفلكيين فوجئوا وهم منهمكين في مشاهداتهم الفلكيه عندما دهمهم الجنود المكلفون بعملية الهدم .

ورغم قصر حياة المرصد الا ان تقي الدين نجح في اخذ بعض المشاهدات الفلكية ، وهو يشير الى ذلك في كتابه سدرة منتهى الافكار [٢] .

وقد كافأ السلطان مراد تقي الدين على انشائه المرصد بان منحه راتب القضاة بصفته قاضياً كما منحه مقاطعة (زعامة) تدر عليه دخلا كبيرا . وتقديراً لتقي الدين ايضاً فقد عمد

---

(١) Sayili (2) . (٢) حاجي خليفة ج ١ ص ٩٠٦

الصدر الاعظم محمد باشا الى تعيين اخيه نجم حاكما لاحد السناجق .

كان مرصد استانبول آخر المراصد الاسلامية الهامة . وبينما خبا آخر نجـم في المشرق بهدم هذا المرصد (حيث كان هدمه شاهداً كبيراً على بداية عصر الانحطاط) فقد انشأ تيكوبراهي أول المراصد الفلكية ذات الشأن في العالم الغربي .

تقول دائرة المعارف الاسلامية[١] « لقد كـان للمراصد الاسلامية الثلاثة : مرصد مراغه ومرصد سمرقند ومرصد استانبول (الذي انشأه تقي الدين) تأثيراً مـفيداً على علم الفلك في الغرب .

وقد ظهرت بعض الادوات الفلكية والمظاهر التنظيمية للمراصد الاسلامية في المراصد الغربية التي اقيمت في القرن السادس عشر مثل مرصد تيكوبراهي في اورانيبورغ - ١٥٧٦ - ومرصد ستيربنبورغ - ١٥٨٤ - » .

ولم يعمر تقي الدين طويلا بعد هدم المرصد . فقد توفى بعد ذلك بخمس سنوات (في عام ٩٩٣ / ١٥٨٥) ووضع قبل وفاته بعض الكتب الجديدة .

١ - ٢ مكانته العلمية من وصف المعاصرين له :

يمكننا أن ناخذ فكرة عن علو مكانـة تقي الدين من استعراض الالقاب التى اطلقها عليه مؤلف كشف الظنون الذي كان من ابناء الجيل الثاني بعد جيل تقي الدين [٢] ذلك ان حاجي خليفه يشير الى تقي الدين على انه : الشيخ . . . القاضي . . . الفاضل . . . المحقق . . . العلامة . . . الراصد

وهو كذلك : أمير المجاهدين الرصاد [٣] [٤] ويلقب تقي الدين نفسه في كتاب الطرق السنية في الالات الروحانية بأحد خدمة العلم الشريف .

وهو ايضا مولانا تقي الدين . .

ويصفه اتباعه بانه اعظم علامة على وجه الارض (Tekeli) [٥] وفي شعر علاء المنصور المنظوم بالفارسية[٦] يقول عنه علاء الدين :

وجاء قاضٍ من القاهرة ذو مزايا عالية تعود براعته في الرياضيات الى اجداده الاولين

---

(١) Vol III p. 1137 .

(٢) توفى تقي الدين عام ٩٩٣ هـ وتوفي حاجي خليفه عام ١٠٦٧ هـ

(٣) بروكلمان (٤) زيدان (٥) Tekeli (2) (٦) Sayili (1)

وهذا الرجل يستخدم القلم بسرعـة متناهية واسمه تقي الدين ..

وفي عمل الحسابات ان قلمه كالخادم الامين المطواع وبكل وضوح يملأ الصفحات بالأرقام والاشكال ، وقد تفوق على ابن الشاطر واحتل المكانـة الاولى منه . وبالنسبة للماجسطي فقد اوضح كثيراً من اجزائه المعقدة، وحل كثيراً من العقد الصعبة في مباديء اقليدس ، وبمساعدة البركار والمسطرة وباستخدام الارقام الغريبة ، قاس بشكل تام كل خطوط العرض والطول لـكل بقاع الارض ذات الارتفاعات المختلفـة .

ولم يرتكب في كل ذلك اى خطأ مهما كان صغيراً وعندما اخـــذ بعين الاعتبار جميع الاقطار والابعاد الظاهرية التي هي كالرموش الشبيهـه بالسهام والاشعة المرئية فقد نفذ الى صميم جميع الاشياء المختفية عن الانظار وقام بقياس كل زوايا الفضاء .

ان ملاحظاته ومشاهداته تفوق مائة مرة كل من سبقوه وقـد فاقت ملاحظاته في دقتها تلك التى قام بها جمشيد وشرف (١) .

ونستطيع ان نأخذ فكرة جيدة عن مكانة تقي الدين بن معروف من تقييم علماء عصره له . ونورد فيما يلي ترجمته كما وردت في « ريحانـه الالبا وزهره الحياة الدنيا » لشهاب الدين احمد بن محمد بن عمر الخفاجي (٢) :

﴿ تقى الدّين بن معروف ﴾

سماء فضل باطلاع نجوم الـكمال معروف ، وشموس معارفه لا يعتريها كسوف ، ورياض علمه انيقة ، ودوحة مجده وريفة الظل وريقه .

إذا مس الاقلام سجدت في محاريب الطروس شكراً ، ومادت من مـدام مداده هائمـة شكراً ، فكم لليل حبره المسكي الانفاس يد بيض الله بها محيا القرطاس .

تخبر أن المانوية تكذب

وله في علم الفلك انظارتنم باسرار كواكبه ، وإن كتم قلبـه على لسان اسرار صاحبـه بوّأه الله منه مكاناً علياً ، فتلا لمن رامه سواه : (أعـوذ بالرحمن منك إن كنت تقياً) فـكم صعد له بخطوات فكرة وسما ، واتخذ خطوط جداوله للعروج اليه سلماً ، فكلما طارت حمائم

---

(١) غياث الدين جمشيد الكاشي وشرف الدين حسين العاملي .

(٢) خفاجي ج ١ ص ١٥١

النجوم من بروج أقطارها ، جعلها بطاقة تطير في الآفاق لتبليغ أخبارها ، فلو كان لمطارد الخيار كان بدنانير الدراري له مشترى ، ولو اراد مدحه اطراه بقول ابن الرومي غير مفترى :

اعلاكم في السماء مجدكم فلستم تجهلون ما جهلا
شافهتم البدر بالسؤال عن الـ أمر إلى أن بلغتم زحلا
لم تدركوا قط بالحساب بل الـ أحساب علماً لكم ولا عملاً

ولم يزل متقلداً بصارم القضا ، قانعاً من معشوقته الدنيا بحالتي الصد والرضا ، حتى اراد ان يجدد لأستاذنا رصداً : (وإنا لا ندرى اشر اريد بمن في الارض ام اراد بهم ربهم رشدا) غافلا عن حركات الفلك ، حتى قال له : نبهك الله ما اغفلك ، فدارت دوائره على مدارها ، وصارت زاوية قبره حادة بعد ما كانت منفرجة في اقطارها ، وشكل العروس من زخرف الحياة له اطماع ، وهو لمن تأمله شكل قطاع .

✵ والموت للانسان بالمرصاد ✵

وقد طالعت له وسائل فلكية ، وبعض تحريرات هندسية ، تدل على علو كعبه فيها ، ورقيه من حضيض الخمول الى سماء معاليها .

وله شعر وسط ، ونثر غريب النمط ، كقوله في مدح العلامة ابي الفتح المالكى :

يا كعبة يؤمها اولو النهى وسدرة الفضل اليها المنتهى
لأنت في العالم فرد علم بل انت كل الخلق علماً وهدى
والفضل لما قال ان مالكي بالشام كل قد اقر بالولا
رفعت قدراً وعلوت رتبة وفزت بالتقديم حال الابتدا
وفقت اهل الارض بالعلم الذي اوتيته مولاي من رب السما
بصرف لب المرء نحو لفظه اذ يعرب الفضل على هذا البنا

وقوله من قصيدة في مدح استاذى سعد الدين الشاعر :

صباح الاماني في صباح مكارم تجلت على عرش الجلالة والحمد
مطالع ما زالت طوالع بالسنا تعمم آفاق المكارم بالسعد

١ ـ ٣ مهندس ميكانيكي وفيزيائي ورياضي وفلكي :

النص التالي مأخوذ من مقدمة كتاب « الكواكب الدرية في البنكامات الدورية لتقي الدين(١) وهو يتحدث فيه عن تأهليه العلمي :

« وبعد فاني كنت في زمن الصبا كلفاً بعلم الوضعيات مغرماً بمطالعة كتب سائرالرياضيات الى أن اتقنت الآلات الظلية والشعاعية عملا وعلماً ، واطلعت على اسرار نسب اشكالها وخطوطها بداءً وحتماً ونظرت في المتداول من الرسائل الوضعية والاكر التاودوسيوسيةوالاشكال الاقليدسية والتسطحات الارشميدسية وكتب الحيل الدقيقة ورسائل علم القرسطون والميزان وجر الاثقال الى غير ذلك من الاستقصاء في هذا الفن مباديء وغايات ووسائل ونهايات ولله الحمد » .

يشير بعض المؤرخين الى تقي الدين بانه كان مهندساً مشهوراً(٢) . ونستطيع ان نأخذ فكرة عن تقي الدين المهندس الميكانيكي من قراءة النص التالي الذي يوضح فيه اشتغاله واتقانه لفن الساعات الميكانيكية : « وكنت مع ذلك ملاحظاً لمعرفة الاوقات ليلا ونهاراً بكثير من الآلات وكان من اخصها عندي اميزها لدى البنكامات الدورية لما فيها من الفوائد الجمة والصنايع الدقيقة النظرية ... »

ومن ثم عكف على دراستها وتأملها والنظر فيها الى ان انتقش عندي ما فيها من الرسوم وظهر لي جميع اصولها المبنية عليها من ظاهر ومكتوم وصار عندي من ذلك ما لم يجتمع لأحد ممن يتعاطى هذا الفن في ديار الاسلام ولم يشتهر به بشر من الخواص والعوام » .

وحتى لا يضيع هذا العلم وتضيع هذه الخبرة بسبب اضطراره للانشغال بامور اخرى فقد دون ذلك كله في كتابه « الكواكب الدرية في البنكامات الدورية » .

وبالأضافة الى تدوينه الكامل لفن الساعات الميكانيكية ومبادئها فقد ذكر في كتابه ذلك عدداً من الآليات التي اخترعها هو في هذا المجال وكان يصف مثل هذه الاجهزة ويقول عنها « وهي من مخترعات محرره » او يقول : « ومما اخترعته في ذلك » ثم يصف الآلة المخترعة.

ونجد تقي الدين المهندس الميكانيكي ايضا في كتاب « الطرق السنية في الآلات الروحانية وهو يذكر في هذا الكتاب بعض الآلات التي اخترعها هو وسوف نبحث في موضوعات ذلك الكتاب في مكان آخر .

ووضع تقي الدين في وقت متأخر من حياته كتاب « نور حديقة الابصار ونور حديقة الانظار » وهو يبحث في البصريات ، ويشتمل على مقدمة في الشمس والدماغ والعين .

ووضع تقي الدين عددا من كتب الرياضيات ونستطيع ان نلم بعلو كعبه كرياضي من

---

(٣) Tekeli (3) (٤) Nedvi

تصفح قائمة الكتب التي وضعها . فقد الف رسالة في الحساب « بغية الطلاب من علم الحساب » وعمل شرحا لكتاب التجنيس في الحساب للسجاوندي . ووضع كتاباً في الجبر «كتاب في النسب المتشاكلة» . وتدل الكتب الفلكية التي وضعها كذلك على المامه العميق بالرياضيات .

واشتهر تقى الدين كفلكى ، ونجد ان اكثر كتبه تدور حول الموضوعات الفلكية .وقد قضى الحقبة الاخيرة من حياته فى القسطنطينية حيث عين رئيسا للمنجمين لدى السلطـــان ثم رئيسا للمرصد الفلكى الذى انشأه هناك . وقد ضمن كتابه « سدرةمنتهى الأفكار فى ملكوت الفلك الدوار » مشاهداته الفلكية في هذا المرصد ، كما ضمنه وصفا للآلات الفلكية المستخدمة ومنها ما كان من مخترعاته هو .

ويتحدث تقي الدين عن نفسه كفلكي فيقول في سدرة منتهي الافكار[1] « ولما كنت ممن ولد ونشأ فى البقاع المقدسة وطالعت الاصلين اكمل مطالعة فتحت مغلقات حصونها بعد الممانعة والمدافعة ورأيت ما في الزيجات المتداولة من الخلل الواضح والزلل الفاضح تعلق البال والخلد بتجديد تحرير الرصد ومن الله سبحانه وتعالى علي يتلقي جملة الطرائق الرصدية من الكتب المعتبرة ومن افواه المشايخ العظام واخترعت آلات أخر من المهمات بطريق التوفيق وأقمت على صحة ما يتعاطى بها من الارصاد البراهين ونصبتها بامر السلطان الاعظم السلطان مراد خان وباشارة الاستاذ الاعظم حضرة سعد الدين افندي ملقن الحضرة الشريفة وشرعت فى تقرير التحريرات الرصدية الجديدة حاذياً حذو العلامة النصير ومقتفيا اثر المعلم الكبير... »

١ ـ ٤ مؤلفاتـه :

(١) الدر النظيم في تسهيل التقويم :

يقول حاجي خليفـــة ان « اوله الحمد لله واهب المنن الخ .. ذكر فيه انه استخرج زيجاً وجيزاً من زيج الوغ بك وجعله مدخلاً في استخراج التقويم »[2]

ويذكر سوتر (Suter) ان هذه المخطوطة موجودة في المكتبات التالية :

Leiden 1140

Oxford II 277

وتوجد نسخة منها في دار الكتب المصرية [3]

---

(١) حاجى خليفة ج ١ ص ٩٠٦.

(٢) حاجي خليفة ج ١ ص ٧٣٦

(٣) فهرست الكتبخـانه المصرية ج ٥ - ٦ ص ٣٠٦

وتوجد مخطوطة بنفس العنوان ايضا لعبد الرحمن بن محمد الصالحى الجوهري. زين الدين الدمشقي (عاش عام ٩٠٠هـ) وتوجد مخطوطـــة عبد الرحمن بن محمد الصالحى في المكتبات التالية حسب ما ذكر سوتر :

Berlin 5757
Gotha 1377, 2°
Oxford I 998, 1°, II 288, 2° - 7°.

(٢) الطرق السنية في الالات الروحانية

ذكره حاجي خليفة (١) . ولم يرد في كتاب سوتر أو في كتاب بروكلمان . عثر عليه ناشر هذه المخطوطة في مكتبة تشستر بيتي في دبلن :

Chester Beatty Library N° 5232

وهو يحتوي على فصول في الالات الميكانيكية المختلفة بما فى ذلك البنكامات (الساعات) يقول حاجي خليفة ايضا (٢) : ومن الكتب المصنفة فية (اي في علم البنكامات) الكواكب الدرية والطرق السنية في الالات الروحانية في بنكامات الماء كلاهما للعلامة تقى الدين الراصد .

(٣) رسالة في علم البنكامات

يذكر بروكلمان انها موجودة في باريس :

Paris 2478

(٣) (مكرر) الكواكب الدرية في وضع البنكامات الدورية :

اشار اليها حاجى خليفـــة (٣) وذكرها بروكلمان مشيراً الى انها نفس الرسالة السابقة (رسالة في علم البنكامات) . توجد هذه الرسالة في اكسفورد :

Bodl. I, 968
Istambul 966/1552

والمخطوط المحفوظ في اكسفورد يشتمل على ستين ورقة وهو كتاب يبحث فى الساعات الميكانيكيـــة ذات المسننات وقد نشرته (S. Tekeli) عام ١٩٦٦ ، وربما استندت تكيلي الى مخطوطات اخرى غير المبينة سابقاً .

---

(١) ج ٢ ص ١١١١ (٢) ج ١ ص ٢٥٥ (٣) ج ٢ ص ١٥٢١

(٤) ريحانة الروح في رسم الساعات على مستوى السطوح :

يقول حاجي خليفة (١) ان اولها « يامن ابرز من افق الايداع شموس العقول الخ . . . . » .

ونظمها في مقدمة وثلاثة ابواب وفرغ منها عام خمسة وسبعين وتسعمائة (٩٧٥) بقرية من قرى نابلس ثم شرحها العلامة عمر بن محمد الفارسكوري شرحاً بسيطاً ممزوجاً باشارة من المصنف وسماه نفح الفيوح بشرح ريحانة الروح . أوله الحمد لله الذي نظم جواهر الكواكب الزواهر الخ . . وفرغ في ربيع الاول سنة ٩٨٠ ثمانين وتسعمائة وتوفي ١٠١٨) .

يذكر سوتر ان هذه المخطوطة موجودة في :

Oxford I 881, 1°

Oxford I 927 (مع شرح الفارسكوري)

Cairo 257

As'ad 2500

Pet. Amk 933 (مع شرح الفارسكوري)

ويذكر بروكلمان انها موجودة كذلك في :

Vat, 1424

ولها ترجمة الى اللغة التركية موجودة في المكتبة الظاهرية تحت رقم ٧٥٦٦ .

(٥) سدرة منتهى الافكار في ملكوت الملك الدوار :

الفه في المرحلة الاخيرة من حياته (٢) واورد حاجي خليفة مقتطفات عديدة منه (٣) واوله « اللهم لاسهل الاما جعلته سهلا ... » . « باشر فيه كتابة محصول الرصد الجديد الى هدمه وذكر فيه السلطان مراد وسعدى افندي »

وذكر بروكلمان ان مخطوطة هذا الكتاب موجودة في مكتبة سباث :

Sbath, 496, I

وقسم من مكتبة سباث (من رقم ١ حتى ٧٢٥) مودعة الآن في الفاتيكان .

---

(١) ج ١ ص ٩٤٠   (٢) Wiedemann Vol I p. 118

(٣) حاجي خليفة ج ٢ ص ٩٨٢

وتوجد نسختان من هذه المخطوطة في أستانبول (Tekeli) :

خزانة نور عثمانية رقم ٢٩٣٠

توبكابي سراي رقم ٤٦٥

وقد نشرت س تكيلي فصلا من هذا الكتاب .

(٦) بغية الطلاب في علم الحساب

اورده حاجي خليفة (١) . وقال عنه انه مختصر « اوله الحمد لله اسرع الحاسبين الخ ..» بالغ في التقريب والتوضيح والتهذيب والتنقيح ورتب على ثلاث مقالات الاولى فى الحساب الهندي والثاني في النجومي والثالثة في استخراج المجهولات والمتفرقات .

ويقول بروكلمان ان هذه المخطوطة موجودة في مكتبة سباث :

Sbath 496, 2

اي في مكتبة الفاتيكان .

(٧) كتاب الثمار اليانعة :

وهو يبحث في الآلة الجامعة ، ذكره سوتر على انه موجود فى اكسفورد :

Oxford I 881, 2°

(٨) خريدة الدرر وجريدة الفكر :

اشار اليه سوتر . وهو كتاب في علم الفلك يشرح المعارف الاساسية لتحـــديد اوقات الصلاة واتجاهاتها ، ويذكر سوتر ان مخطوطة الكتاب موجودة في برلين :

Berlin 5699

وتوجد منه نسخة في مكتبة صالح زكي (٢) .

(٩) كتاب النسب المتشاكلة :

ذكره سوتر وهو في علم الجبر ، موجود في اكسفورد :

Oxford I. 881, 3°

---

(١) ج ١ ص ٢٤٩ (٢) انظر عزاوي .

(١٠) كتاب نور حديقة الابصار ونور حديقة الانظار :

ذكره سوتر وهو كتاب في البصريات . موجود في اكسفورد .

Oxford I 930

(١١) المصابيح المزهرة الخ ..

ذكره بروكلمان . موجود في غوتا :

Gotha 2094, 933

(١٢) رجز في ربع الدستور المعروف بالجيب:

ذكره سوتر . وعليه تعليق لمجهول . موجود في برلين وفي القاهرة :

Berlin 5834

Cairo 262

(١٣) دستور الترجيح لقواعد التسطيح :

ذكره حاجي خليفة[١] ، « اوله يا من بسط بسيط بساط الارض على ماء جمد الخ . قال فهذه عجالة جامعة لعبارات تسطيح الاكر اهديتها الى المولى الاعظم رئيس الدولة العثمانية سعد الدين افندي وجعلتها مرتبة على مقدمة ومقالتين وتتمة . المقدمة في الحدود والاصطلاحات . المقالة الاولى في رسم فلك على بسيط مستو بالخطوط الهندسية وفيه ثلاثة ابواب ، المقالة الثانية في رسم ما تقدم رسمه بالحساب على مقدمة وستة ابواب . الفه سنة ٩٨٤ اربع وثمانين وتسعمائة . »

ولم يحدد احد من الباحثين بعد مكان وجود مخطوطات هذا الكتاب حسبما نعلم .

(١٤) رسالة في الربع الشكازي :

ذكرها حاجي خليفة [٢] . « وهي وجيزة تشتمل على عشرة أبواب » ولم يحدد بعد مكان وجودها .

(١٥) رسالة التواريخ :

اشار حاجي خليفة[٣] في انها للشيخ تقي الدين .. بن معروف ، لم يحدد مكانها بعد .

(١٥) رسالة سمت القبلة :

أشار حاجي خليفة [٤] في انها ربما كانت لتقي الدين . اولها الحمد لله المتعال عن الجهات الخ .. وهي مرتبة على مقدمة ومقصد وخمسة فصول ، لم يحدد مكانها بعد .

---

(١) ج١ ص ١٥٣ . (٢) ج١ ص ٨٦٦ . (٣) ج١ ص ٧٥٦ . (٤) ج ١ ص ٨٧٢ .

(١٧) شرح كتاب التجنيس في الحساب للسجاوندي :

يقول حاجي خليفة[١] ان تقي الدين وضع « شرحا لطيفاً ممزوجا » لمتن كتاب التجنيس في الحساب للشيخ الامام سراج الدين أبي طاهر محمد بن محمد بن عبد الرشيد السجاوندي ، ولم يحدد مكانه بعد .

(١٨) تحرير اكر ثاوزوسيوس اليوناني المهندس :

ذكر حاجي خليفة [٢] ان تقي الدين حرز كتاب اكر ثاوزوسيوس الذي يعتبر من « اجل الكتب المتوسطات بين اقليدس والمجسطى » .

(١٩) خلاصة الاعمال في مواقيت الايام والليال :

ذكرها العزاوي ولم يبين المصدر الذى استند اليه .

---

(١) ج ١ ص ٨٥٢ .

(٢) ج ١ ص ١٤٢ .

الفصل الثاني

كتاب الطرق السنية في الآلات الروحانية والهندسة الميكانيكية العربية

٢ ـ ١ الهندسة الميكانيكية العربية :

اعتبر العرب علم الهندسة واحداً من العلوم الرياضية(١) . وهذه العلوم الرياضية هي :

١ ـ علم الهندسة .

٢ ـ علم الهيئة .

٣ ـ علم العدد .

٤ ـ علم الموسيقى .

وقسموا علم الهندسة الى عدة علوم(٢)(٣) منها :

١ ـ علم عقود الابنية .

٢ ـ علم المناظر .

٣ ـ علم المرايا المحرقة .

٤ ـ علم مراكز الاثقال .

٥ ـ علم المساحة .

٦ ـ علم انباط المياه .

٧ ـ علم جر الاثقال .

٨ ـ علم الآلات الحربية (وعلم الرمي) .

٩ ـ علم الملاحة (والسباحة) . [مفتاح السعادة]

---

(١) طاش كبرى زادة ج ١ ص ٣٧١

(٢) نفس المصدر ج ١ ص ٣٧٥ وما بعدها .

(٣) القلقشندي ج ١ ص ٤٧٦ .

١٠ ـ علم البنكامات .

١١ ـ علم الاوزان والموازين . [مفتاح السعادة]

١٢ ـ علم الآلات الروحانية .

واستخدم العرب كلمة « الحيل » للدلالة على الالات والادوات الميكانيكيـــة والاجهزة الاوتوماتيكية. والخوارزمي في مفاتيح العلوم (١) يتحدث عن علم الحيل ويقسمه الى قسمين :

الاول ـ في جر الاثقال بالقوة اليسيره والآته .

الثاني ـ في الات الحركات وصنعة الاواني العجيبة .

وثمة تعبير آخر هو علم الآلات الروحانيـة ويقول طاش كبرى زادة (٢) انه سمى علم الآلات الروحانية لارتياح النفس بغرائب هذه الالات . وهذه الالات مبنية على « ضرورة عدم الخلاء » وتشتمل على الالات التى وضعها بنوموسى والجزري وتقي الدين .

ويشتمل كتاب الالات الروحانية لتقي الدين على وصف البنكامات (الساعات) وآلات رفع الماء وآلات جر الاثقال والاواني العجيبه المتحركة بنفسها وبعض انواع الالات الاخرى .

ومن المعـــلوم ان العرب ورثوا عن اليونانيين مبادىء الميكانيك ووصفت كتب هيرون وفيلون وغيرها العديد من الحيل والاواني الميكانيكية المتحركة .

وجاء المهنـدسون العرب لكي يزيدوا على ماورثوه عن اليونان ويطوروه ، ومن اشهر هؤلاء المهنـدسين بنو موسى (القرن التاسع الميلادي) الذين تركوا كتابا اشتهر باسم « حيل بني موسي » .

واشتهر بين المهندسين العرب ايضاً الجزري الذى وضع كتابه « كتاب في معرفـة الحيل الهندسية » في عام ٦٠٢هـ/١٢٠٥م .

هذان الكتابان كتاب حيل بني موسى وكتاب الجزري هما اهم كتب الهندسة الميكانيكية العربية المعروفة . ويمتاز كتاب الجزرى بانه اوسع كتاب ميكانيكي ظهر حتى العصور الحديثة ويعتبر ذروة الانجاز العربي الاسلامى (٣) .

وبالاضافـة الى بني موسى والجزري ظهر مهندسون ميكانيكيـون بارزون عرب آخرون

---

(١) ص ١٤١ (٢) ج ١ ص ٣٧٩

(٣) Sarton Vol II pt. 2 p. 510

منهم ابن الساعاتي الذي كتب في عام ١٢٠٣ (اى في نفس عهد الجزري) كتابا وصف فيه تركيب ساعة باب جيرون في دمشق . وكذلك قيصر بن ابي القاسم الذى كان رياضيا ومهندساً ميكانيكياً وقام بانشاء الطواحين المائية والنواعير على نهر العاصي فى حماه .

٢ - ٢ اهمية كتاب الطرق السنية في الالات الروحانية

تأتي اهميـة كتاب تقي الدين « الطرق السنية في الالات الروحانيـة » فى انه يكمل حلقـة مفقودة في تاريخ التكنولوجيا العربيـة وفى تاريخ الهندسة الميكانيكيـة العربية بشكل خاص .

فالى جانب « حيل بني موسى » (القرن التاسع الميلادي) وكتاب « الحيل الهندسية » للجزري (القرن الثالث عشر الميلادي) نجد بين ايدينا الآن كتابا في الالات الروحانيـة يعود الى القرن السادس عشر الميلادى . وكتاب تقي الدين استمرار لتقاليد الهندسة الميكانيكيـة العربيـة ، فقد سار على اسلوب حيل بني موسى وكتـاب الجزرى ولكنـه وصف الكثير من الالات التي استجدت والتى لم يرد ذكر لها في الكتب السابقة .

وتأتي أهميـة كتاب الطرق السنيـة ايضا في انه كتب في نفس فترة عصر النهضة في اوروبا . وقـد انتهى تقي الدين من تحرير كتابه في عام ٩٥٩ (١٥٥٢م) أى قبل نشر كتاب اغريكولا الذى ظهر في عام ١٥٥٦م كما ان تقي الدين قد سبق راميللي (١٥٨٨م) بفترة طويلة وبذلك يكون تقىالدين حسبما نعلم حتى الان قد وصف انواعاً من الالات الميكانيكيـة الهامة قبل ان يرد وصف ما يماثلها فى المراجع الغربية المعروفة حتى الان .

٢ - ٣ موضوعات الكتاب :.

يصف تقي الدين في كتابه الانواع التالية من الآلات :

١ - حق القمر أو علبة القمر .

وهي ساعة فلكية ميكانيكية كانت معروفة في التكنولوجيا الميكانيكية العربية كما يقول تقي الدين نفسه في كتاب الكواكب الدرية في البنكامات الدورية ، وهي مشابهـة في تركيبها للساعات الميكانيكية .

٢ ـ في البنكامات :

وقد وصف اربعة اصناف منها . وهي بنكامات مائية ورملية من النوع الذي كان شائع الاستعمال في الحضارة العربية قبل ظهور الساعات الميكانيكية .

٣ ـ آلات جر الاثقال :

وقد وصف ثلاثة آلات منها هي الرافعة التي تعمل بالدواليب المسننة (الونش) ، والآلة التي تعمل بالبكرات والحبال والآلة التي تعمل باللولب (الحلزون) .

٤ ـ آلات رفع الماء :

وقد وصف اربعة منها . وقد افردنا لها فصلاً خاصاً

٥ ـ في عمل الزمر الدائم والنقارات والفوارات :

وقد شرح اولاً العناصر الاساسية التي تتألف منها وهي الكفة والعوامه والقلب وميزاب الماء ثم شرح كيفيه الحركة التلقائية وبعد هذه المقدمة وصف ثلاثة آلات للزمر الدائم والنقارات . واربعة فوارت .

٦ ـ في انواع شتى من الملح واللطائف :

شرح فيه احد عشر وسيلة وحيلة لطيفة مثل الساقي وكأسي المدل والجور وزورق الملاح وغير ذلك مما نجد شبيها له في كتابي بني موسى والجزري .

٧ ـ في وصف آلة للسيخ الذي يوضع فيه اللحم على النار فيدور بنفسه:

وقد وصف فيه آلة اخترعها هو واخوه عندما كانا في استانبول عام ٩٥٣ (١٥٤٦ م)

٢ ـ ٤ فوهات البخار والمنفات البخارية وسبق تقي الدين الى وصفها

نورد فيما يلي جزءاً من مقدمة الفصل الخاص بوصف آلة السيخ نظراً لاهميته :

« وقد عمله الناس على انحاء شتى منها ان يكون في طرفه دولاب بفراشات ويوضع بحذائها ابريق من النحاس المفرغ المسدود الراس المملوء بالماء ويكون بلبلته قبالة فراشات الدولاب ويوقد تحته النار فانه يبرز البخار محصوراً من البلبلة المذكورة فيديره فاذا فرغ الماء من الابريق قرب اليه ماء بارد في اناء بحيث تنغطس البلبلة فيه فانه يجتذب بحرارته جميع ما في الاناء من الماء ثم يبدأ بدفعه » .

ان لهذا الوصف الذي اورده تقي الدين في عام ١٥٥١ اهميته الكبيرة في تاريخ الهندسة

الميكانيكية ،ذلك ان أول وصف لمنفة بخارية اورده برانكا Branca عام ١٦٢٩ ولكن الآلة التي وصفها برانكا كانت غير قابلة للتطبيق العملي . ثم جاء ويلكنز Wilkins عام ١٦٤٨ ووصف اول آلة لتدوير السيخ بواسطة المنفة البخارية (١) .

ومعنى ذلك ان تقي الدين قد وصف بصورة واضحة وقبل مائة عام من غيره المنفة البخارية لتدوير السيخ تلك الآلة التي كان مؤرخو التكنولوجيا يظنون ان ويلكنز هو أول من وصفها .

٢ ـ ٥ علاقة الهندسة الميكانيكية العربية بالممارسة وبالتطبيق العملي :

جاء وقت ظن فيه مؤرخو التكنولوجيا الغربيون ان التكنولوجيا الميكانيكية العربية كان لها فقط طابع التسلية واللعب وكان يراد بها تزجية اوقات الفراغ فقط (٢) وكانوا يشيرون بذلك الى الآلات العجيبة التي وصفها بنو موسى والجزري .

ولكن الملفت للنظر ان المهندسين العرب كانوا منذ البداية وثيقي الصلة بالحياة العملية وكانت كلمة مهندس تستخدم منذ بداية الحضارة الاسلامية للدلالة على اولئك العلماء الذين كانوا يستخدمون علمهم الهندسي الرياضي في تصميم المدن ومنشئات الري والسدود والابنية والآلات. وفي مجال الهندسة الميكانيكية كانت الدواليب المائية تستخدم لتدوير المطاحن ومعاصر القصب وعصر البذور وفي رفع المياه لاغراض الري . واستخدمت طاقة الماء والهواء على نطاق واسع. ان المجال لا يتسع هنا للبحث المفصل في ذلك كله ، ولكن ضفاف نهر العاصي في حماه وزقاق النواعير في دمشق لا تزال تحتوي على شواهد حية عن بعض هذه المنشئات الميكانيكية العربية.

وسنتعرض في الفصل الرابع من هذا البحث الى وصف منشأة مائية في مسجد الشيخ محي الدين في زقاق النواعير بدمشق مطابقة تماما لمنشأة مائية وصفها الجزري في كتابه . وفي حين ان الجزري شرح تلك الآلة كنموذج مصغر له حوض من الرخام إلا ان المنشأة المائيه في زقاق النواعير استخدمت طيلة مئات من الاعوام لتغذية البيمارستان القيمري ومن بعده مسجد الشيخ محي الدين بالماء اللازم .

يقول تقي الدين في مقدمة الكواكب الدرية عن كتب الحكماء اليونان في بعض انواع الآلات : « وهي وان كانت من مخترعات الحكماء اليونان ومما اعتنوا بالتأليف فيه في سالف الازمان إلا ان مؤلفاته اندرست لان نتيجة العلم العملي وبه تتوفر الدواعي على صونه عن طروق الخلل » .

---

(١) Needham Vol. 4 pt. 2 p.226-227

(٢) Feldhaus p. 234

وفي حديثه عن علم النبكامات يشرح تقي الدين العلاقة بين العلوم الهندسية النظرية وبين الصنائع العملية فيقول :

« واستمداده من قسمي الحكمة الرياضي والطبيعي ، اما الرياضي فمنه علم العدد وعلم الهندسة وعلم النسبة وعلم المساحة وعلم الحيل المتحركة وعلم جر الاثقال وعلم الموازين . وأما الطبيعي فمنه علم الطلسمات وعلم **النيرنجات** وعلم الكيما . ومع ذلك فيحتاج الى ادراك وقوة تصرف ومهارة في كثير من الصنايع كصناعة الصياغة والحدادة والنجارة والسمكرة والوتارة والزردكاشية ، ولا يذهب عليك ان اتقان هذا العلم يتوقف على كل ما ذكرت من علوم وقوة صنائع .

وأما عمل آلة يحاكي بها آلة اخرى فقد يمكن للحاذق عمله تقليداً لكن بشرط قوة الادراك والتصرف والا فيعجز عن تحريكها على وجه الصحة » .

ويختم تقي الدين كتاب الكواكب الدرية بفصل عن الصناعات العملية « التي لا بد لمن يعاني هذا الفن من تعاطيها » فيشرح طريقة لحام الحديد على الحديد ولحام النحاس على الحديد وطريقة عمل الاجراس وطرق السقاية وغير ذلك .

كما ان الآلات التي يصفها تقي الدين في كتابه (ومن قبله الجزري) لم تكن للتسلية او مجرد العاب فقط بل ان قسماً هاما منها كانت لرفع المياه وجر الاثقال ولتحديد الاوقات . بل وحتى تلك الآلات التي كانت لمجرد التسلية والالعاب انما اشتملت على مبادىء هامة في الآليات اصبحت فيما بعد اساساً لاجهزة التحكم الآلي الحديثة (١) (٢) .

٢ ـ ٦ ثروة من المصطلحات الفنية :

من الملاحظ لمن يدرس كتب الجزري وتقي الدين انه يصادف ثروة جيدة من المصطلحات الفنية العربية .

ويمتاز اسلوب تقي الدين بالسلاسة وصحة التعبير وبساطته ، وهو يرسم اشكالا هندسية واضحة مع شرح رائع للآلات المرسومة .

ومما يلفت النظر ان المهندسين العرب في القرن العشرين عادوا مرة اخرى (في سورية على الأخص) الى تدريس العلوم الهندسية باللغة العربية ، غير انهم عند ترجمتهم للكتب الهندسية من اللغات الاجنبية ، يعمدون في بعض الاوقات الى صياغة تعابير فنية عربية جديدة تختلف

---

(١) Needham V 4 pt. 2 p. 537 (٢) Hill (2)

احيانا عن تلك التعابير التي كان يستخدمها اجدادهم . وهذه المصطلحات الجديدة بعيـدة احيانا عن المصطلحات المتداولة بين الصناع وافراد الشعب .

ومن المهم ان نلاحظ هنا ان بعض المصطلحات الفنية التي استخدمها الجزري او تقي الدين منذ مئات السنين انما هي اقرب الى التعابير المتداولة بين الصناع العرب المعاصرين (في سورية) من تلك التي صاغها مجدداً المهندسون العرب المعاصرون . وان الواجب يقضي الان بان يتم وضع قاموس بالمصطلحات الفنية المستخدمة في كتب بني موسي والجزري وتقي الدين لان مثل هـذا القاموس سوف يسهم في التعجيل بعملية تعريب العلوم الهندسية الحديثة .

الفصل الثالث

آلات رفع الماء

في كتاب الطرق السنية في الآلات الروحانية

٣ ـ ١ الالة الاولى : المضخة ذات الاسطوانتين المتقابلتين :

٣ ـ ١ ـ ١ مقدمة :

وصف الجزري هذه المضخة في كتابه (كتاب في معرفة الحيل الهندسية الذي يعود الى ١٢٠٦[١]) وقد اثارت هذه المضخة اهتمام عدد كبير من مؤرخي العلم والتكنولوجيا [٢]. وهذه الآلة الميكانيكية البديعة اعتبرها مؤرخو التكنولوجيا انجازاً هاما في تاريخ الهندسة الميكانيكية وخاصة بالنسبة لهذا التاريخ المبكر ، اي مستهل القرن الثالث عشر . فقد اعتبر المؤرخون آلة الجزري، الاصل الذي تطور عنه المحرك البخاري [٣] [٤].

ونظراً لان كافة الصور والاشكال الموجودة في مخطوطات كتاب الجزري قد اشتملت على اخطاء في الرسم ارتكبها الناسخون فقد اختلف مؤرخو التكنولوجيا فيما بينهم في التحليل الصحيح للآلة . فقد عمد بورستال الى صنع نموذج عامل للمضخة بتصور معين [٥] وتوصل اين وايت الى تصور مماثل تقريباً ، بينما كان تصور فيديمان وهاوسر للالية مختلفاً عن ذلك [٦]. وايدهما في هذا التصور الى حد كبير هيل[٧] الذي اعتبر ان تصور بورستال كان خاطئا .

من هنا تأتي اهمية الوصف الذي اورده تقي الدين لهذه المضخة . فقد كان الشكل الذي رسمه بنفسه دقيقاً ومزيلا للغموض الذي اكتنف بعض اجزاء هذه الآلة .

نورد اولا النص الكامل لوصف الآلة كما ورد في مخطوطة الطرق السنية في الآلات الروحانية .

---

(١) Al-Jazari (٢) Needham p. 381-382 (٣) نفس المصدر (٤) Hill

(٥) Needham p. 382 (٦) Wiedemann & Hauser (٧) Al-Jazari p.273

١ - ٢ وصف تقي الدين للمضخة ذات الاسطوانتين المتقابلتين (★)

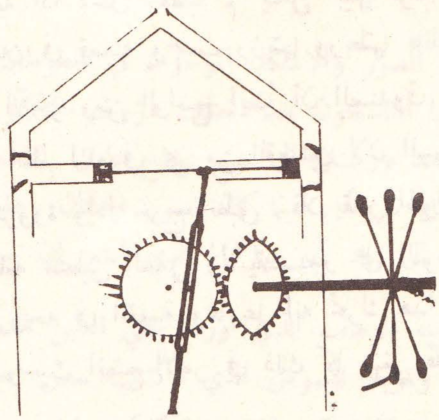
الفصل الاول :

وفي بيان الة موضوعة في صندوق (1) على وجه الماء وبأعلى الصندوق قصبة (2) بارزة الى جهة العلو حسب ما تختاره . وبجانب هذا الصندوق دولاب اذا حرك هذا الدولاب صعد الماء من تلك القصبة متتابعاً وهي من الطرايق اللطيفة في فنها . وطريق ذلك ان تعمد الى قصبتين من النحاس (4) (5) معطوفتي الرأس بحيث انه اذا وضعت كل واحده في ركن من اركان الصندوق التقى رأساهما ثم تخرق كل واحدة في وسطها وتكون قد وضعت في جوف كل وحدة منهما فوق الخرق وتحته افريزا (6) يطبق عليه غطا (7) من النحاس محكم في اسفله جلدة مقيدة بحيث انه اذا طبق لا يسلك الما منه البته فاذا اتممت ذلك وانهيته فتركب على كل خرق من ذلك قصبة قائمة على كل من القصبتين (8),(9) ويكون جوفها في غاية الملاسة والضبط وتلحمهما لحاما محكما ويكون طول كل قصبة ثلث ما بين القصبتين من المسافة فاذا اتقنت ذلك اثبت كل واحدة من القصبتين المعطوفتين في ركن من اركان الصندوق بارزا طرفها من أسفل شيئاً يسيرا من خرقين خرقتها فيه ورأساها ملتقيان في أعلا الصندوق ثم تعمل سهمين من الحديد طول كل واحد منهما طول القصبة وفي طرفه الواحد رزه وفي الطرف الآخر فلسان من صفيحة ملحومان في رأس كل منهما المقابل للرزة بينهما مقدار عرض اصبع فيها ويكون دور البكر بمقدار ما يدخل في القصبة بسهولة ثم تلف بين البكرتين خيطاً من قنب مرطب بالشحم محكماً بحيث انه اذا دخل القصبة لم يكن بينها فرجة اصلاً فمن الواضح انه اذا أدخل كل واحد من السهمين في قصبته وجمعت رزيتها وربطتها فانك اذا دخلت باحدهما خرج الآخر واذا دخلت به خرج الآخر ومن الواضح ايضاً أن الصندوق اذا وضعته على وجه الماء وحركت السهمين يمنة ويسرة طلع الماء في كل من القصبتين لان السهم الواحد اذا دخل طرد الهواء من الغطاء الفوقاني ضرورة واذا خرج انطبق فلا يقدر الهواء على العود فيجذب الماء لضرورة الخلا ثم اذا دخل دفعه فتنطبق السفلى ولا يقدر على العود فيصعد من الطابقة العليا ويجري هكذا في دخوله وخروجه في القصبة ومما علم انه تحرك هذا السهم يتحرك رفيقه بالتبادل فاذا خرج هذا دخل هذا وحيث اتضح الامر في ذلك كما ينبغي فلنبدأ بعمل حركته .

وهو ان تعمل دولابا من الخشب الصلب (13) على محور مثبت فيه في الجهة الواحدة 14) ويكون قطره ما عدا الاسنان بقدر ما بين القصبتين وتعمل عارضة

(★) الارقام تشير فى النص اللاحق الى الارقام المدونة على الاشكال .

في وسط الصندوق وتخرقها في وسطها قدر المحور بحيث ان الدولاب ينزل فيـه الى قطب (16) تحت الخرق فاذا دار كان دوره رحويا ثم تعمل دولابا آخر (17) يكون دوره دولابيا واسنانه بقدر اسنان الاول ويعمل له محور (18) وتركبه في جنب الصندوق على عضادة قائمـــة في الصندوق بحيث تكون اسنانه مشتبكة في اسنان الاول وطرف محوره بارزاً من الصندوق وفيه دولاب بفراشات (20) اذا دار هذا الدولاب بحركة حيوان او ماء دار الذي على محوره بدوره فادار باسنانه الدولاب الرحوي القايم في وسط الصندوق فحينئذ تعمل سهما طويلا (21) طوله من القطر المقابل للقطر الذي فيه القصبتين اليها ويكون مشقوقاً منه طولا ما يقابـــل قطر الدولاب الرحوي وتثبت طرفه في نصف القطر المقابل في رزة بحيث يتحرك يمنة ويسرة وتثبت طرفه الآخر في رزتي السهمين وتسمر سناً في سطحه (22) داخلاً في شق السهم بحيث انه اذا دار دورة كاملة تحرك السهم يمنة ويسرة فيتحرك السهمان داخلا وخارجاً فيصعد الماء حتى يسكب فى الحوض الذي اعدته له وهذه صورة ذلك جميعه (الشكل رقم ١) :



الشكل رقم (١)

١ - ٣ توضيح نص تقي الدين والنتائج المترتبة عليه :

من قراءة النص السابق ومن دراسة الرسم المرافق له نتوصل الى الملاحظات التالية :

١ ـ ان اسلوب رسم الاشكال الهندسية الواردة في كتاب الطرق السنية متطور عن الاسلوب الوارد فى كتاب الجزري ؛ فقد اقترب تقي الدين كثيراً من مفهوم الرسم الهندسي الحديث ذي المساقط . ولكن بما ان اسلوبه لا يزال مع ذلك محافظاً على الطريقة التقليدية في محاولة توضيح كل شيء يتعلق بالآلة في رسم واحد فهو يجمع في الشكل الواحد بين مفهوم المساقط وبين الرسم المنظور (المجسم) ومن هنا تأتي الصعوبة في قراءة الرسوم وفهمها ولا بد اذن من التمعن في دراسة النصوص حتى يكون التخيل صحيحاً .

٢ ـ اذا اخذنا الملاحظة السابقة بعين الاعتبار فاننا نعيد رسم المضخة السابقة بالاسلوب المبين في الشكل رقم (٢) حيث حولنا رسم تقي الدين الى مسقطين رأسي وأفقي.

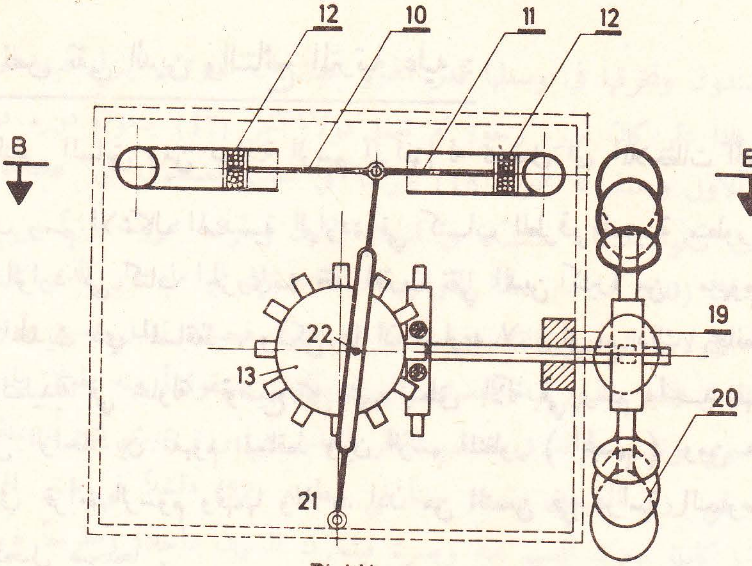
ان الفروق الاساسية بين تفاصيل المضخة التي اوردناها اعلاه استناداً الى شرح تقي الدين وبين ما اورده مؤرخو التكنولوجيا استناداً الى مخطوطات الجزري ومحاولات تفسيرها تتلخص فيما يلي :

١ ـ ان المسنن (13) افقى (محوره عمودي) ويدور بواسطة المسنن رقم (17) المتعامد عليه وهذا المسنن الاخير يدور بواسطة دولاب مائي رأسي (20) ويرتبط معه بواسطة المحور الافقي (18) .

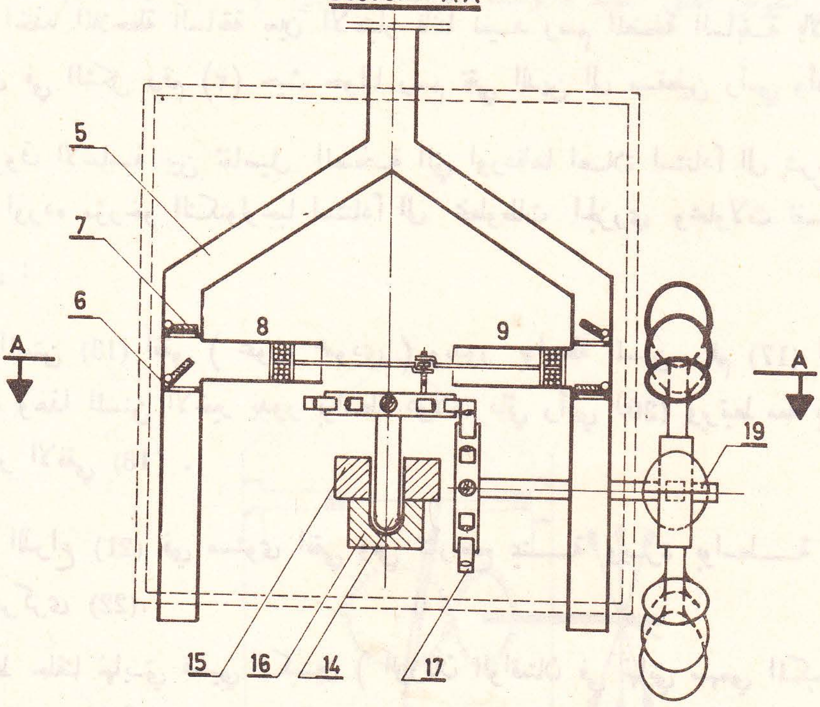
٢ ـ تقع الذراع (21) في مستوى افقي وهي تتأرجح يمنة ويسرة بواسطة المسمار اللامركزى (22).

٣ ـ ترتبط حلقتا نهايتي قضيبي المكبسين (الرزتان الواقعتان في نهايتي سهمي المكبسين) بنهاية الذراع المتأرجحة (21) .

٤ ـ ان هذا الوصف ينفي الحركة المخروطية للمسنن (13) التي اوردها بعض الباحثين (بورستال ولين وايت) .



PLAN
Section – AA



ELEVATION
Section – BB

الشكل رقم (٢)

المضخة ذات الأسطوانتين المتقابلتين

Opposed Two Cylinder Pump

٣ – ٢ الالة الثانية : المضخة الحلزونية

٣ – ٢ – ١ مقدمة

تأتي اهمية وصف المضخة الحلزونية في كتاب الطرق السنية في الآلات الروحانية لتقي الدين من انها لم توصف في كتب المهندسين والمؤرخين العرب السابقين لتقي الدين مثل بني موسى والجزري . ومع ان هذه المضخة كانت معروفة قبل الفتح العربي (حيث تنسب الى ارخميدس احياناً) وبقيت مستعملة بعد ذلك في معظم اراضي البحر المتوسط كما يقول بعض الباحثين(١) الا اننا لانجد وصفاً لها في المراجع العربية المتاحة لنا قبل تقي الدين . وفي البحث الذي استعرض فيه فيدمان وهاوسر الات رفع الماء في العالم الاسلامي(٢) لا نجد ايضاً ذكراً للمضخة الحلزونية . وهذا يوحي بانها لم تكن مستخدمة الا على نطاق ضيق أو غير مستخدمة في الاقطار التي عاش فيها مؤلفو الكتب الهندسية العربية (سورية والعراق) .

وفي المخطوطات الاوروبية نجد رسماً للمضخة الحلزونيه في مخطوطة غربية منسوبة الى كيسر (Kyser) يعود عهدها الى عام ١٤٠٥ م ، وتدور المضخة التي وصفها كيسر باليد بواسطة ذراع ذات مرفق (Crank) من أعلاها . وهذا الاستعمال شبيه بذلك الذي كان مستخدماً في مصر في اواخر القرن الماضي .

اما المضخة الحلزونية التي يصفها تقي الدين فهي تدور بواسطة دولاب مائي عن طريق زوج من المسننات المتعامدة ، وربما كان وصف تقي الدين لهذه المضخة الحلزونية التي يديرها دولاب مائي عن طريق المسننات ذا اهمية خاصة في تاريخ الهندسة الميكانيكية . واذا صح ما اورده نيدهام فان أقدم وصف في الغرب لهذا النوع من المنشآت يعود الى كاردان (Cardan) عام ١٥٥٠ م والي راميللي (Ramelli) عام ١٥٨٨ م ، اي أن تقي الدين كان من اوائل المهندسين الذين وصفوا هذه المنشأة المائية ، فقد انتهى من تحرير مخطوطته في عام ١٥٥١/١٥٥٢ م .

وتدل المراجع الحديثة في تاريخ التكنولوجيا (سنجر ، نيدهام ، بورستال ، فيلدهاوس) على ان استخدام المضخة الحلزونية ازدهر في اوروبا بعد هذه الفترة وخاصة في اعمال صرف المياه (drainage) واصبحت المضخات الحلزونية تستعمل بكثرة في القرنين السابع عشر والثامن عشر حيث كانت تدار بدواليب الهواء ايضاً (٣) .

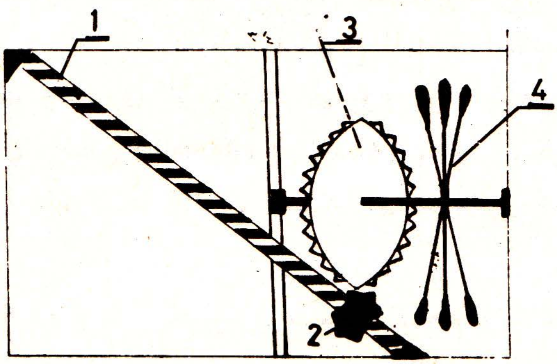
---

(١) Needham p. 120 (٢) Wiedemann & Hauser (٣) Singer p. 305

٢ - ٢ - وصف تقي الدين للمضخة الحلزونية(★) :

الفصل الثاني : في آلة أخرى

وهي سهم مجوف (1) طرفه في الماء وطرفه في جهة العلو مايل ومركب في اسفله فوق الماء نحو ذراع دولاب صغير كالدندانجة (2) ومركب على هذه الدندانجة دولاب كبير (3) بحيث انه اذا دار دورة دار السهم عشر دورات . فاذا ادير الدولاب ودار بحركته السهم صعد الماء من رأس السهم ، وطريقه ان تعمل سهما من الخشب طول المقدار الذي تريد وتنحته مسدساً وتحزه بالمنشار والمنقار وجها وجهاً بحيث يبقي فيه ميزاب حلزوني من اسفله الى اعلاه على نسبة واحدة ثم تغطي كل وجه بلوح رقيق على طوله وعرضه مضبوط عليه بالزفت والمشاق ولا يكون بينه وبين الوجه خلل اصلا ثم تركب عليه دندانجه عدة اسنانها مثلا ستة اسنان وفي طرفه الاعلى والاسفل محوران من الحديد محكمان ثم تعمل دولابا كبيراً عدة اسنانه بهذه النسبة ستون بحيث تكون اسنانه موافقة لاسنان الاول وتعمل له محوراً وتضعه على عضادتين بحذا الدندانجة بحيث تشتبك اسنانه في اسنانها ويكون على محوره ايضا دولاب اخر بفراشات (4) فاذا ادير ودار بحركته المركب على سهمه ادار الدندانجه المذكورة فدار بها السهم بشرط ان يكون دورة السهم عكس دور الحلزون فاذا دار بالسرعة صعد المآء صعوداً دورياً حلزونياً الى أن يصل الى الاعلى ويسكن في الحوض الذي اعددته له وهذه صورته الشكل رقم (٣) .



الشكل رقم (٣)

(★) الارقام التالية تشير الى الارقام المدونة على الشكل رقم (٣)

٣ ـ ٣ ـ الآلة الثالثه ـ مضخة الحبل ذي اكر القماش

٣ ـ ٣ ـ ١ مقدمة

لم يرد وصف لهذه المضخة في الكتب العربية السابقة كالجزري ، ومن ناحية اخرى فان تقي الدين سبق الكتاب الغربيين في وصفها حسبما نعلم . ذلك ان اغريكولا Agricola وصف هذه المضخة في كتابه De re metallica الذي انتهي من كتابته عام ١٥٥٣م والذي لم ينشر الا في عام ١٥٥٦ م. واذا اخذنا بعين الاعتبار ان تقي الدين انتهي من كتابة مخطوطته في عام ٩٥٩ ﻫ اي في ١٥٥١/١٥٥٢ م فمن الواضح انه سبق اغريكولا في وصفه لها .

ومن المعلوم ان المضخات ذات المكبس لا تستطيع أن تمتص الماء الا من اعماق قليلة يحددها الضغط الجوي ، ولذلك يتم اللجوء الى الحبل او الزنجير المتصل الحامل للدلاء او الى مضخة الحبل ذي اكر القماش التي نحن بصددها. وتمر اكر من القماش بصورة محكمة داخل انبوب عمودي ، وهذه الاكر مثبتة بحبل أو زنجير على مسافات متساوية وعند مرور الاكرة داخل الانبوب من الاسفل الى الاعلى تقوم بوظيفة المضخة ذات المكبس وتمتص الماء وتدفعه امامها . وكانت هذه المضخة تستخدم للاعماق الكبيرة التي تصل حتى ٧٢ متراً (٢٤٠ قدماً) (١)(٢)(٣)

٣ ـ ٢ وصف تقي الدين لمضخة الحبل ذي اكر القماش

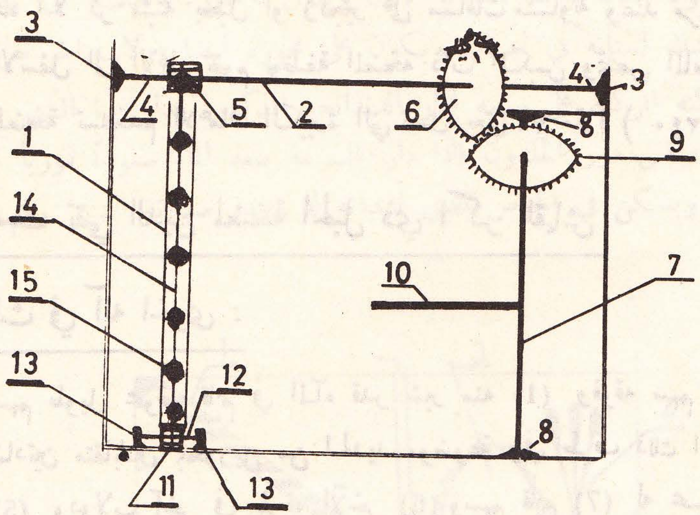
الفصل الثالث في آله اخرى :

وهي سهم طويل مجوف قايم في الماء قدر شبر منه (1) وفوقه سهم معترض (2) مركب في عضادتين متقابلتين بمحورين من الحديد موضوعة وفي طرف ذلك السهم دولاب قفصي فوق القصبة (5) ودولاب آخر في طرفه الآخر (6) وسهم قايم (7) له محوران في طرفيه (8) احدهما في قطب في الارض والاخر في قطب في رأس العضادة في جناح بارز منه وفي اعلاه دولاب رحوي (9) مشتبك في الاول وهذا السهم مبخوش وفيه يد طويلة قايمة على سطحه لاجل الادارة (10) ثم تعمل دولاباً آخر قفصياً (11) وتضعه على محور (12) في لبتين (13) تحت القصبة في جوف الماء ثم تأخذ حبلا من الليف رقيقاً (14) وتدخله من جوف القصبة وتعطفه

(١) Parsons p. 190 (٢) Burstall p. 173

(٣) Derry & Williams p. 129

على الدولابين القفصيين وتصل طرفه الواحد بالطرف الاخر بحيث لا يكون مشدوداً ولا مرخياً فوق القدر المطلوب ثم تربط عليه اكرا من القماش (15) بين كل اكرتين قدر شبر وتكون الاكر محكمة التربيط والخياطة على الحبل وكل اكره ثخنها قدر وسط السهم تمشي فيه بسهولة من غير خلل بينها وبينه فاذا ادرت هذه اليد بحركة آدمي او بربط حيوان فيها او بما مسلط ويكون موضع اليد هيئة دولاب طاحون الماء ادارت الدولاب الذي في اعلا السهم القايم فادار دولاب السهم الاعلى النايم فدار بحركته الدولاب القفصي فجذب حبل الاكر من جوف القصبة فانجذب الماء في خلل الاكر الى ان يصعد ويسكب في الحوض الذي تريده وهذه صورته (الشكل رقم ٤) :



الشكل رقم (٤)

٣ ـ ٤ الالة الرابعة ـ المضخه ذات الاسطوانات السته :

٣ ـ ٤ ـ ١ مقدمه :

لا شك ان هذه المضخة باسطواناتها الستة هي أهم الآلات المائية التي وصفها تقي الدين ويشعر هو بذلك في نهاية وصفه لها فيقول « وهي من الطرايق المحكمة بل هي اضبط من كل ما تقدم من الطرايق ».

ومن المعلوم لدى الباحثين ان اهمية المضخات ازدادت بعد عام ١٥٠٠ م مما كان عليه الامر في القرون الوسطى ، ولم تخترع انواع جديدة من المضخات ولكن تغييرات كـــبيرة في التصاميم حـــدثت في القرن السادس عشر في اوروبا . وازدادت اهمـــية المضخة الماصة ذات المكبس (١)

ويعتبر كتاب اغريكولا الصادر عام ١٥٥٦ م وكتاب راميـللي الصادر عـام ١٥٨٨ م أهم كتابين حول الآلات صدرا في القرن السادس عشر . وقد وصفا في كتابيها انواعا عدة من المضخات ، مما حدا ببعض الباحثين الى تسمية هذا القرن بعصر المضخة (٢) . ويعتقد هـؤلاء ايضاً ان هذه النهضة الميكانيكية هي التي مهدت الى اختراع المحرك البخـاري على يد نيوكومن Newcomen في عام ١٧١٢ ذلك الاختراع الذي كان نصراً كبيراً للهندسة الميكانيكية .

فاذا اخذنا هذه الحقائق بعين الاعتبار ودرسنا المضخة ذات الستة اسطوانات التي وصفها تقي الدين في مخطوطته المؤرخه حتى عام ١٥٥١/١٥٥٢م اي قبل اغريكولا وقبل راميللي، واذا ما اخذنا بعين الاعتبار ايضاً ان مضخة تقي الدين المشار اليها لم يرد ما يماثلها في كتابي اغريكولا وراميلي لاتضحت لنا الاهمية التاريخية للمضخة المشار اليها .

٤ ـ ٢ وصف تقي الدين للمضخه ذات الاسطوانات السته :

الفصل الرابع في آله اخرى :

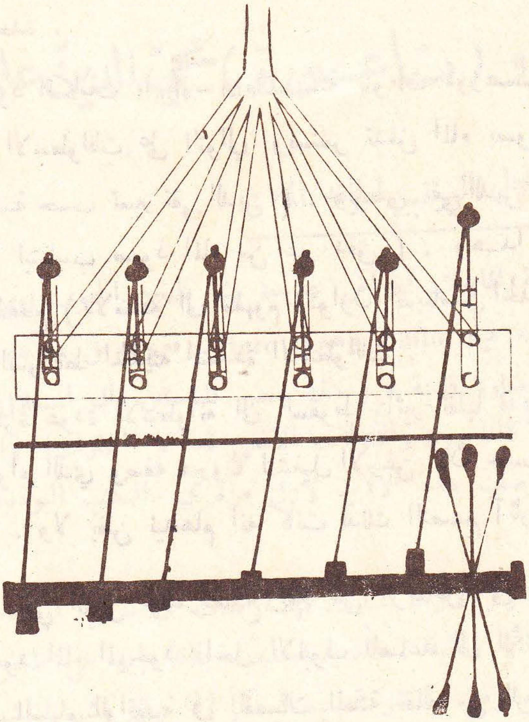
وهو ان تأخذ اسطامة من الخشب طولها نحو ذراعين وتقسمها بستة اقسام وتجعل في كل قسم منها ثقبين مستديرين احدهما نافذ الى الجهة الاخرى والآخر غير نافذ الى الاسفل بل منعطف ونافذ الى رفيقه وتعمل في اسفل كل الخروق النافذة افريزاً عليه غطاء محكم كما ذكر في الفصل الاول في هذا الباب ثم تعمل ست قصبات من الخشب او الحديد وتركب في اسفل

---

(١) Singer p 330 (٢) Burstall p. 144

كل واحدة منها افريزاً عليه غطاء محكم كما ذكر وتركب كل واحدة على فم ثقب من الاثقاب الغير النافذة بحيث يكون الافريز الى تحت وتركب على كل ثقب من الاثقاب النافذة قصبة محكمة متساوية الرأسين والوسط تجويفاً طول كل واحدة شبراً وتعمل لكل واحدة سهم حديد في رأسه فلسان ملفوف بينهما خيطاً من القنب مرطب بالشحم على قدر القصبة محكما كما تقدم وفي رأسه الآخر رزة وتضع كل واحد في محله فاضلا عن القصبة مقداراً ما وتحكم لصاق ذلك بعد ان تعطف روس القصبات الطويلة بعضها الى بعض وتساويها بالقطع وتركب فوقها قصبة جامعة لها جميعاً قدر ما تختار ان يصل الماء اليه ثم تضع هذه الاسطامة في الماء مثبتة من جنبيها وتجعل في مقابلة كل رأس منها عضادة وتضع على العضادتين سهماً موازيا لرؤس السهام التي في القصب ثم تعمل ستة ايادي من الحديد مبخوشة الوسط والطرف الواحد وتركب الابخاش التي في اطرافها في رزز السهام والابخاش التي في اوساطها في مسامير قايمة على سطح السهم المعترض على العضادتين وتكون قد وضعت في رأس كل سهم من السهام الواقفة في القصبات الستة ثقالة رصاص يكون ثقلها اكثر من ثقل الماء الذي يتعبا في القصبة الطويلة الآخذة الماء الى جهة العلو بحيث ان القصبة اذا ملئت بالماء وكان السهم مرتفعاً واطلق الرصاص كبسه حتى يصعد من الماء في القصبة الطويلة قدر محل نزول السهم ثم تعمل قبالة كل عضادة اخرى ويعمل عليها سهماً مسدساً بمحورين في رأسه يدور بسلالة ويكون بحذا رؤس الايدي وتركب فيه على طرفه دولابا كبيراً ثم تعمل في أحد اوجه المحور المسدس سناً بارزاً مسموراً فيه بحذا اول يد بحيث انه اذا ادير الدولاب الى جهة الايدي يغمر السن اليد فيرتفع السهم المثقل الى آخره واذا تخلص سقط السهم بثقل الرصاص ثم تجعل في الوجه الذي يليه من المسدس سناً آخر محاذيا لليد الثالثة وهكذا الى اليد السادسة فمن الواضح المقرر انه اذا دار الدولاب الى جهة الايدي غمر السن الاول اليد الاولى فلما صعد السهم جذب الماء لانطباق الغطا واذا تخلص سقط ضغطه بثقله فيرتفع في القصبة ومن المعلوم ايضاً انه كلما سقطت واحدة وتخلصت من سنها تعلقت الاخرى فيتتابع خروج الماء من القصبة المشتركة وهي من الطرايق المحكمة بل هي اضبط من كل ما تقدم من الطرايق وهذه صورتها (الشكل رقم ٥) .

ولا يخفى ان عملها بستة قصبات ليس بامر لازم فيجوز بقصبة واحدة ويحصل المقصود من خروج الماء غير ان الاولى ان لا تكون باقل من ثلاث قصبات ليتناسب صعود الماء من غير دفق وقد يتم ذلك بقصبتين كما لا يخفى والله اعلم .



الشكل رقم (٥)

٤ ـ ٣ أهمية المضخة ذات الاسطوانات السته:

اذا كانت للمضخة ذات الاسطوانتين المتقابلتين التي وصفها الجزري (والتي اعاد تقي الدين وصفها ثانية) اهمية تاريخية بالغة فان لمضخة الاسطوانات الستة اهمية كبيرة ايضا ربما لاتقل عن اهمية المضخة ذات الاسطوانتين المتقابلتين .

ورغم ان آلية الكامة (Cam) او آلية المطرقـة الساقطة Trip-hammer كانت معروفـة لدى هيرون Heron (١) (٢) ولدى الصينيين كما يقول نيدهام Need ham الا ان تصميم تقي الدين ينفرد بالمزايا التالية :

---

(١) Usher p. 140 (٢) Needham p. 381

١ - استخدم كتلة الاسطوانات (Cylinder block) لستة اسطوانات على خط واحـد لاول مرة وهو مفهوم حديث ومتقدم بالنسبة لعصره . ويمكن انقول ان هذه المضخة هي الجد المباشر للمحرك الحديث ذي الاسطوانات الستـة الممتد على صف واحـــد والمخروطـة في قطعة واحدة .

٢ - استخدام عمود الكامات Cam-shaft بستة نتوءات موزعـــة بانتظام على محيط الدائرة بحيث تعمل الاسطوانات على التوالي ويستمر تدفق الماء بصورة منتظمة (فيتتابع خروج الماء من القصبة حسب تعبير تقي الدين) . ويوصي تقي الدين بان لا يقل عدد الاسطوانات عن ثلاثة (ليتناسب صعود الماء من غير دفق) . وهـذا المفهوم المتقدم للتتابع وتجنب الدفق او التقطع (بالاضافة الى مفهوم التوازن الديناميكي الحديث) هو الذي ادى الى صنع المحركات والضواغط الحديثة المتعددة الاسطوانات .

٣ - مع ان فكرة عودة الاسطوانة الى السقوط بتأثير ثقلها قديمة منذ عهد هيرون الا ان مكبس الهواء الذي وصفه هيرون لتشغيل الارغن كان حسب رأي الباحثين(١)(٢) نظرياً وغير عملي . ولا يظن نيدهام انه كانت لذلك التصميم آثاره العملية .

وفي تصميم تقي الدين نجده يصنع ثقلا من الرصاص على راس قضيب كل مكبس يزيد وزنه عن وزن عمود الماء الموجود داخل الانبوب الصاعد الى الأعلى : (وتكون قد وضعت على رأس كل سهم من السهام الواقفـة في القصبات الستة ثقالة من الرصاص يكون ثقلها اكثر من ثقل الماء الذي يتعبأ في القصبة الطويلة الآخذه الماء الى جهة العلو . . .) .

ونجد شبيها لهذا التصميم في المضخة التي صممها مورلاند Moreland عام ١٦٧٥ حيث وضع مورلاند ايضا فوق المكبس اقراصاً من الرصاص حتى يعود المكبس الى الهبوط ويدفع الماء بتأثير ثقل الرصاص الى العلو المطلوب (٣) .

---

(١) Usher p. 140

(٢) Needham p. 381

(٣) Usher p. 341

الفصل الرابع

الجزري و (ناعورة) محيّ الدين على نهر يزيد

٤ ـ ١ مقدمه : استغلال العرب لطاقه الماء :

استخدم العرب طاقة الماء في اغراض عديدة منها طحن الحبوب ورفع المياه ، واطلع المهندسون العرب على ما كتبه فيلو Philo وهيرو Hero وفتروفيوس Vitrovius ، كما ان بلاد المشرق العربي كانت مهد حضارة قديمة . ويعتقد بعض الباحثين ان استغلال طاقة الماء بواسطة بعض انواع الدواليب المائية كالناعورة والدولاب الافقي قد تم اختراعها واستعمالها في بـلاد الشرق الادنى قبل ورود وصف هذه الآلات لأول مرة في الكتب اليونانية والرومانية التي اشرنا اليها .

وبقيام الدولة العربية وازدهارها حدثت نهضة شاملة في سائر اوجه العلم والتكنولوجيا وقد شمل ذلك استخدام الطاقة المائية . فقد استخدمت طاقة الماء فى طحن الدقيق (الارحية المائية) بكثرة وفي رفع المياه وفي معاصر قصب السكر [١] وفى نشر الخشب [٢] وفي معاصر السيرج والزيت [٣] .

٤ ـ ٢ انواع دواليب الماء :

يمكننا ان نميز ثلاثة انواع من الآلات استخدمت فيها طاقة الماء منذ وقت مبكر. وهذه الآلات الثلاثة مختلفة عن بعضها بحيث يمكن اعتبارها وليدة سلسلة مستقلة من الاختراعات :

١ ـ الناعورة :

وهي آلة ذات دولاب رأسي كبير القطر مجهزة بمجاديف Paddles وبدلاء موزعة على محيط الدولاب. ويدور دولاب الناعورة بقوة تيار النهر رافعاً معه الماء الى الاعلى. ويعزى الى العرب الفضل في تطوير الناعورة ونشر استعمالها غرباً . ولن نتكلم في الوقت الحاضر عن الناعورة بشكل مفصل لانها سوف تكون موضع بحث مستقل عن هذا الكتاب .

---

(١) النويري ج ٨ ص ٢٧١ (٢) ابن عساكر ج ٢ ص ٨٥ (٣) النويري ج ٨ ص ٢٣٣

وقد استخدمت النواعير في العالم العربي بكثرة وهي لا تزال موجودة على نهر العاصي وكانت مستخدمة كذلك حتى عهد قريب على كافة الانهار السورية مثل القويق في حلب وبردى في دمشق وعلى امتداد نهر الفرات .

وتدل آثار الفسيفساء في افامية على ان الناعوره كانت مستخدمة على نهر العاصي في حوالي القرن الثاني الميلادي(١) وربما كانت اختراعاً محلياً (سوريا) ، ثم تطور استخـــدام النواعير وانتشرت كثيراً في الحضارة العربية . وكان المهندسون العرب يقومون بتصميمها والاشراف على تنفيذها ، ومن هؤلاء قيصر بن ابى القـــاسم (ت ١٢٥١ م) الذي كان رياضياً وفلكياً ومهندساً ، والذي اشتهر بتصميم وانشاء النواعير والارحاء المائية(٢)

٢ _ دولاب الماء الافقي والارحاء المائية

كانت رحى او طاحونة الماء ذات الدولاب الافقي اقدم آلة استخدمت فيها طاقة الماء . وفي اسفل محور الحركة يوجد دولاب مغمور في تيار الماء وعلى محيطه مجموعة من الفراشات . ويرتفع المحور للاعلى ماراً بحجر الطحن السفلي . ويرتبط المحـور بالحجر العلوي ارتباطاً وثيقاً . وبذلك يدور الحجر العلوى مع دوران دولاب الماء بواسطة المحور الواصل بينهما .

وتحتاج هذه الارحاء او المطاحن الى تيار سريع للماء ومن المرجح ان هذا النوع اخترع في سورية قبل غيرها منذ عهـــد مبكر. وانتشرت ارحاء الماء في الحضارة العربية انتشاراً كبيراً فكان على الانهار الصغيرة ارحاء مائية تدور وكانت على الانهار أرحاء سفن . وانشئت السـدود التي تدير عدداً كبيراً من الارحية ، في وقت واحد(٣) .

ولا تزال بعض هذه الارحاء المائية القديمة ماثلة حتى الآن في مختلف ارجاء سورية بعد ان كانت قيد الاستعمال حتى نهاية القرن الماضي ومطلع القرن الحالي . ولا تزال في دمشق مثلا بضعة ارحاء مائية قديمة في زقاق النواعير على نهر يزيد وفي الهامة وغيرها .

وهذه الدواليب المائية الافقية هي الاصل الذي تطورت منه العنفات المائية الحديثة .

لم تكن لهذه المطاحن نفس الاهمية التي للنوع ذى الدولاب الرأسي بسبب صغر حجمها وبطئها ، وكانت صالحة فقط لطحن كميات قليلة من الدقيق لتلبية الحاجات المحلية فقط .

٣ _ دولاب الماء الرأسي مع المسننات :

كان فتروفيوس (Vitrovius) اول من وصف المطاحن التي تستخـدم الدولاب الرأسي في

---

(١) Needham p. 360 (٢) Sarton VI' p. 26 – 27

(٣) متز ج ٢ ص ٣٦٢ و ص ٣٣٩

القرن الاول قبل الميلاد ، وفيها يكون دولاب الماء رأسياً ومحور الحركة افقياً . وتنتقل الحركة من دولاب الماء الرأسي الى حجر الطحن الافقي المتحرك بواسطة مسننات خشبية .

وكانت المطاحن الاولى تدور بجريان الماء من اسفل الدولاب (وتسمى دواليب الضرب من الاسفل). اي ان الجزء السفلي من الدولاب كان ينغمس في تيار الماء ويدور بقوة التيار.

ثم تبين أن هبوط الماء على الدولاب من الاعلى هو اكثر فعالية . وعند سقوط الماء يقوم بملء بعض الدلاء المثبتة على المحيط ويؤدي ثقل الماء الى تدوير الدولاب . ومع دوران الدولاب يتم تفريغ الدلاء الملاى بالماء وتأتي دلاء اخرى فارغة تمتلىء بدورها من مصدر الماء العلوي.

ومع ان هذا النوع (المغذى بالماء من الاعلى) كان اكثر فعالية الا انه كان بحاجة الى منشآت اضافية لجر الماء من الاعلى . وغالباً ما كان يتطلب الأمر اقامة سد في مجرى الماء لتكوين حوض او بركة للطاحون ومن هذا الحوض المائي كان يستجر الماء بصورة قابلة للتحكم نحو الدولاب .

وبين مرور الماء من الاسفل أو هبوطه من الاعلى توجد امكانية ثالثة لهبوط الماء من صدر الدولاب المائي . وكانت هناك حالات تتطلب مثل هذا الانشاء .

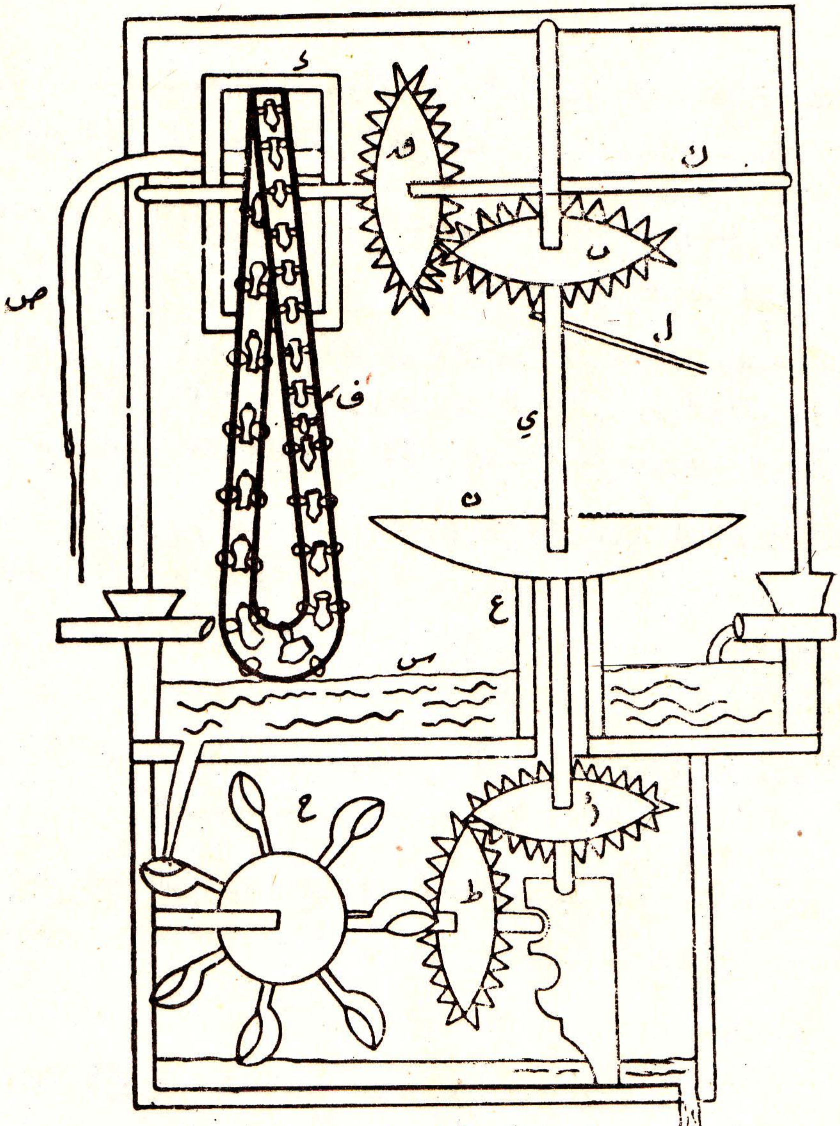
لقد احدث هذا النوع من دواليب الماء الافقية ثورة ليس فقط في مطاحن القمح بل انه مهد الطريق لمكننة عمليات صناعية اخرى فقد استطاع ان يولد استطاعات تفوق ما كان بالامكان توليده في اي وقت سابق .

٤ ـ ٣ منشأة الجزري ومنشأة جامع الشيخ محي الدين في دمشق

أ ـ منشأة الجزري :

خصص الجزري في كتابه « كتاب في معرفة الحيل الهندسية » قسماً خاصاً لالات رفع الماء (القسم الخامس من الكتاب) ووصف في الفصل الثالث منه مضخة تتألف من زنجير متصل طويل وعليه مجموعة من الدلاء المثبتة عليه . وتسمى مثل هذه المضخة الساقية او مضخة الزنجير والدلاء .

كانت المنشأة التي وصفها الجزري صغيرة (الشكل ٨) وكانت نموذجاً مصغراً الهدف منه التسلية فقط . فقد كانت جوانب الحوض من الرخام وكانت ارضيته من النحاس ، وتتألف المنشأة من دولاب رأسي في الاسفل (ح) محيطه على شكل ملاعق او مغارف يدور بواسطة الماء



مضخة الزنجير والدلاء التي يديرها دولاب الماء

(عن الجزري)

الشكل (٨)

الساقط عليه وعلى محوره الافقي مسنن رأسي (ط) . ويدير هذا المسنن الرأسي مسنناً آخر افقياً متعامداً عليه (أ) ثم تنتقل الحركة عبر محور راسي طويل (ى) الى مسنن افقي علوي (ب) يدير بدوره مسننا رأسياً آخر في الاعلى وهذا المسنن الرأسي (ق) محمول على محور علوي افقي (ك) وهو يدير زنجيراً طويلا متصلا (ف) عليه سلسلة من الدلاء . ويدور هذا الزنجير المتصل ذي الدلاء بواسطة دولاب راسي (د) مثبت ايضا على المحور الافقي (ك) .

بما ان هذه المنشأة كانت للتسلية فقط وضع الجزري صينية (ن) وذراعاً (ل) ووضع تمثالا خشبياً لبقرة . والبقرة تدور مع دوران العمود (ى) . ويهدف النموذج الى تقليد السواقي التي كانت في المعتاد تدور بواسطة الابقار .

ب ـ منشأة الشيخ محي الدين على نهر يزيد في دمشق

يمثل الشكل (٩) منشأة مائية لاتزال قائمة في دمشق على نهر يزيد . ويطلق الناس على هذه المنشأه اسم « ناعورة الشيخ محي الدين » .

هذه المنشأة مماثلة للمنشأة السابقة التي وصفها الجزري .

فهي تتألف من دولاب رأسي (او ناعورة) (رقم ٩) مركب على نهر يزيد ويدور بواسطة تيار الماء (ومن هنا اطلقوا على المنشأة كلها اسم ناعورة) .

يدير دولاب الماء مسنناً رأسياً (يسمونه لكام) (رقم 8) ويتعامد هذا المسنن الرأسي مع مسنن آخر افقي (رقم ٨ ايضا) ويدير هذا المسنن الافقي عموداً رأسياً (يسمونه الصاري) (رقم 7) وعلى هذا الصاري في اعلاه مسنن افقي (يسمونـه الطبق) (رقم 1) وهذا المسنن الافقي العلوي يدير مسنناً رأسياً متعامداً عليه في الاعلى (يسمونه اللقاطة) (رقم 2) ويدير المسنن الرأسي العلوي دولاباً رأسياً (يسمونه الماوية) (رقم 3) عن طريق محور افقي علوي (رقم 4) ويدير الدولاب (او الماوية) زنجيرين من الحديد طويلين ومتصلين وعليهما سلسلة من الدلاء يفصل بين الدلو الواحد والآخر منها مسافـة ٦٠ سنتيمتراً (رقم 6 , 7)

وتأخذ الدلاء الماء من مستوى النهر الى ارتفاع يبلغ ١٢ متراً تقريباً حيث ينصب الماء الى مجرى محمول على القناطر التي تنقله الى البيمارستان القيمري ومسجد الشيخ محي الدين .

وهنـاك برج يحتـوي على درج ملتو (حلزوني) للصعـود الى التجهيزات العـلوية وهي المسننات المتعامدة العلوية والدولاب الذي يحمل زنجير الدلاء (أو الى الطبق واللقاطة والماوية)

وللاستفادة الاضافية من دولاب الماء او الناعورة فقد ثبتت على محيطها من الجانب دلاء تقوم باخذ الماء ورفعه الى علو صغير كاف لتغـذية المنزل المجاور والحديقـة المجـاورة . وبذلك اصبح هذا الدولاب المائي يستحق ان يسمى ناعورة (بمعناها الشائع الاستخدام) اذ انه يقوم الى جانب وظيفته الاساسية كمحرك مائي للساقيـة ذات الزنجـير والدلاء بوظيفة النـاعورة التي تغرف الماء بواسطة الدلاء المثبتة على محيطها .

جـ ـ اهمية التشابه بين مضخة الجزري وبين منشأة الشيخ محي الدين

هناك تشابه كامل تقريباً بين منشأة الجزري (١٢٠٥) وبين منشاة الشيخ محي الدين. وفي حين ان الدولاب المائي لنموذج الجزري هو من النوع ذى المغارف (وهو يستخدم الماء الساقط لتدويره) فان دولاب منشأة الشيخ محي الدين مزود بالواح خشبية طويلة موزعة على محيطه ويدور بواسطة تيار الماء من الاسفل. وهناك بالطبع فروق في التفصيلات التي لا بد منها بين نموذج صغير يهدف الى التسلية وبين منشأة ضخمة هدفها رفع الماء من نهر يزيد الى المسجد والبيمارستان المجاورين.

تكمن اهمية منشأة الجزري ومنشأة محي الدين في انها يدوران من دولاب مائي، وتكمن اهمية المقارنة في ان كافة السواقي (اي المضخات ذات الزناجير والدلاء) المعروفة والمنتشرة في العالم الاسلامي كانت تدور بواسطة الحيوانات وليس بقوة الماء [١]. ولو لا منشأة الشيخ محي الدين التي لا تزال بحالة جيدة حتى الآن لبقى الظن لدى مؤرخي التكنولوجيا بان الجزرى لم يصف الا نموذجاً لم يخرج الى حيز التطبيق العملي.

من المعلوم ان فيلون وصف ساقية تدور بدولاب مائي. لكن وصفه لم يكن الا لآلة غير قابلة للتطبيق العملي [٢].

كما ان فتروفيوس وصف الدولاب المائي الرأسي الذي ينقل حركته بواسطة المسننات؛ ولكن الجزري كان أول من وصف (فى عام ١٢٠٥) ساقية ذات زنجير ودلاء تدور بواسطة دولاب مائي عن طريق المسننات المتعامدة، وقابلة للتطبيق العملي، ولا نجد فيما نعلم وصفاً لمنشأة مماثلة في المراجع الغربية حتى وقت متأخر. وكانت اقرب منشأة مائية في الغرب ذات زنجير ودلاء وذات مسننات تلك التي وصفها اغريكولا (١٥٥٦) والتي كان يديرها رجل بواسطة ذراع المرفق [٣].

٤ ـ ٤ لمحة تاريخية عن نهر يزيد والبيمارستان القيمري ومسجد محي الدين والمنشأة المائية:

يمر هذا النهر بسفح قاسيون وهو أعلى فروع بردى. وهو منسوب الى يزيد بن معاوية الذي جدده وزاده وجعله نهراً فنسب اليه [٤]. وكان يسقى قسما كبيراً من ارض الصالحية وكانت كل مياه الصالحية منه. وينفصل النهر عن بردى بالقرب من قرية الهامة على بعد ١٢ كيلو متراً من دمشق ويمر بدمشق وينتهي في اراضي حرستا.

(١) Wiedemann & Hauser كذلك Needham (٢) Usher
(٣) Singer p. 325 , Fig 215 (٤) صلاح الدين المنجد ص ٢٤/٢٥

يوجد في دمشق زقاق النواعير على نهر يزيد وسمي كذلك لانه كانت توجد على طول النهر اثناء مروره بدمشق منشـــآت لرفع الماء شبيهة بالمنشآة التي وصفناها وأرحية لطحن الحبوب وغيرذلك من الاستعمالات ولا تزال معالم بعض الارحية والمنشآت المائية ماثلة حتى الآن

وقد انشيء في الصالحية على سفح قاسيون بالقرب من نهر يزيد بيمارستان الصالحيـة او بيمارستان القيمـري من قبل الامير سيف الدين القيمري المتـوفي عام ٦٥٣ هـ (١٢٥٤ م) . ولم يبق منه اليوم سوى بعض جدرانه واصبح باقيه واجهة ومسكنا . وواجهة الباب من اجمل المندسات العربية في القرون الوسطى[١] .

ويصف ابن طولون المستشفى بالتفصيل[٢] ويقول«وبوسطه بركة معظمة يأتي اليها الماء بناعورة مركبة على نهر يزيد دائماً » .

ومن المعقـول ان تكـون المنشآة المائيـة التي نحن بصددها قـد ركبت على البيمارستان القيمري عند انشائه أي قبل عام ٦٥٣ هـ (١٢٥٤ م) .

وفي عام ٩٢٣ هـ (١٥١٦ م) بنى السلطان سليم مسجداً على قبر الشيـخ محي الدين ابن العربي واصبحت الناعورة تغذي المسجد الجديد الى جانب البيمارستان . وقـد بني المسجـد في عصر تقي الدين بن معروف المهندس الدمشقي الذي نشرنا مخطوطته في هذا الكـتاب .

وبقيت الناعورة في مكانها تعمل ليل نهار طيلة قرون عديدة يتعاقب عليها جيل بعد جيل من المشرفين يجددونها ويصونونها الى ان توقفت عن العمل منذ خمسة عشر عاماً فقط (حسب رواية المشرف الحالي الذي ورث هذا الاشراف عن ابيه) . وقـد عمدت جامعـة حلب الى ترميم واعادة تركيب اجزاء المنشآة المذكورة لكي تأخذ الشكل الذي كانت عليـه طيلة القرون الماضيـة .

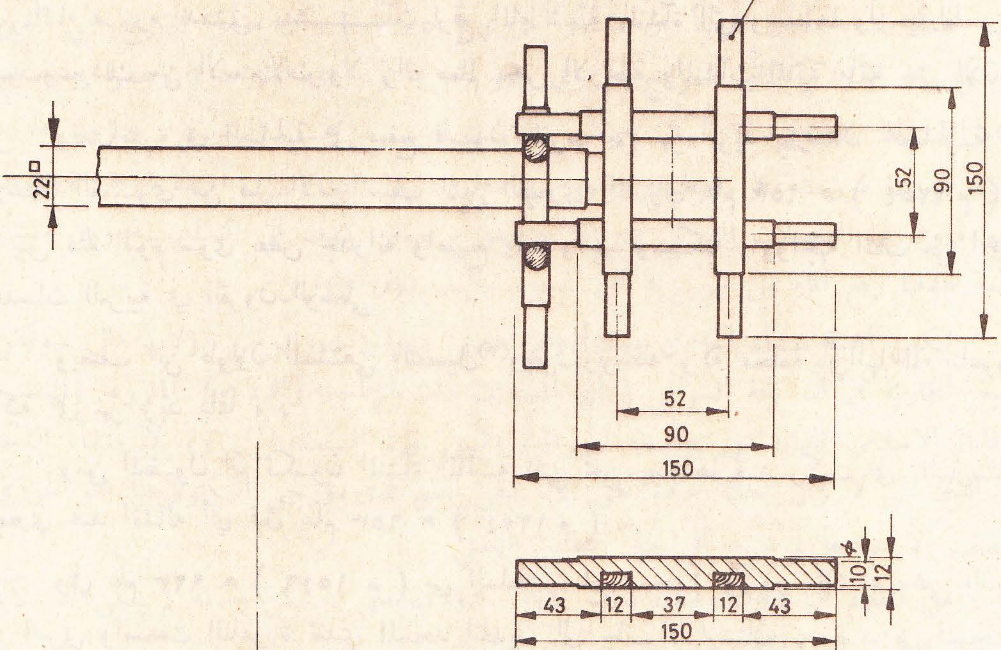
٤ – ٥ بعض القياسات والتفاصيل :

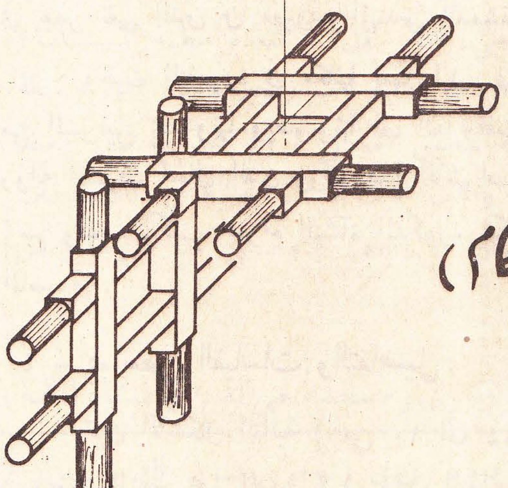
تبين الاشكال التالية (من ١٠ الى ١٤) تفاصيل الاجزاء الرئيسية للمنشأة المائية المسماة (ناعورة الشيخ محى الدين) في زقاق النواعير على نهر يزيد في دمشق . والرسوم لا تحتـاج الى شرح كبير فهى واضحة بذاتها . وباستثناء الاطواق الحديدية التى اضيفت عندما تفسخ العمود الرأسي بسبب اجهادات الفتل فان هذه الرسومات تعطى فكرة جيدة عن الشكل الذي كانت عليه اجزاء المنشأة في العهود العربية السابقة . كما تبين الصور الفوتوغرافية بعض التفاصيل الاخرى .

---

(١) محمد كرد علي ج ٦ ص ١٦٣

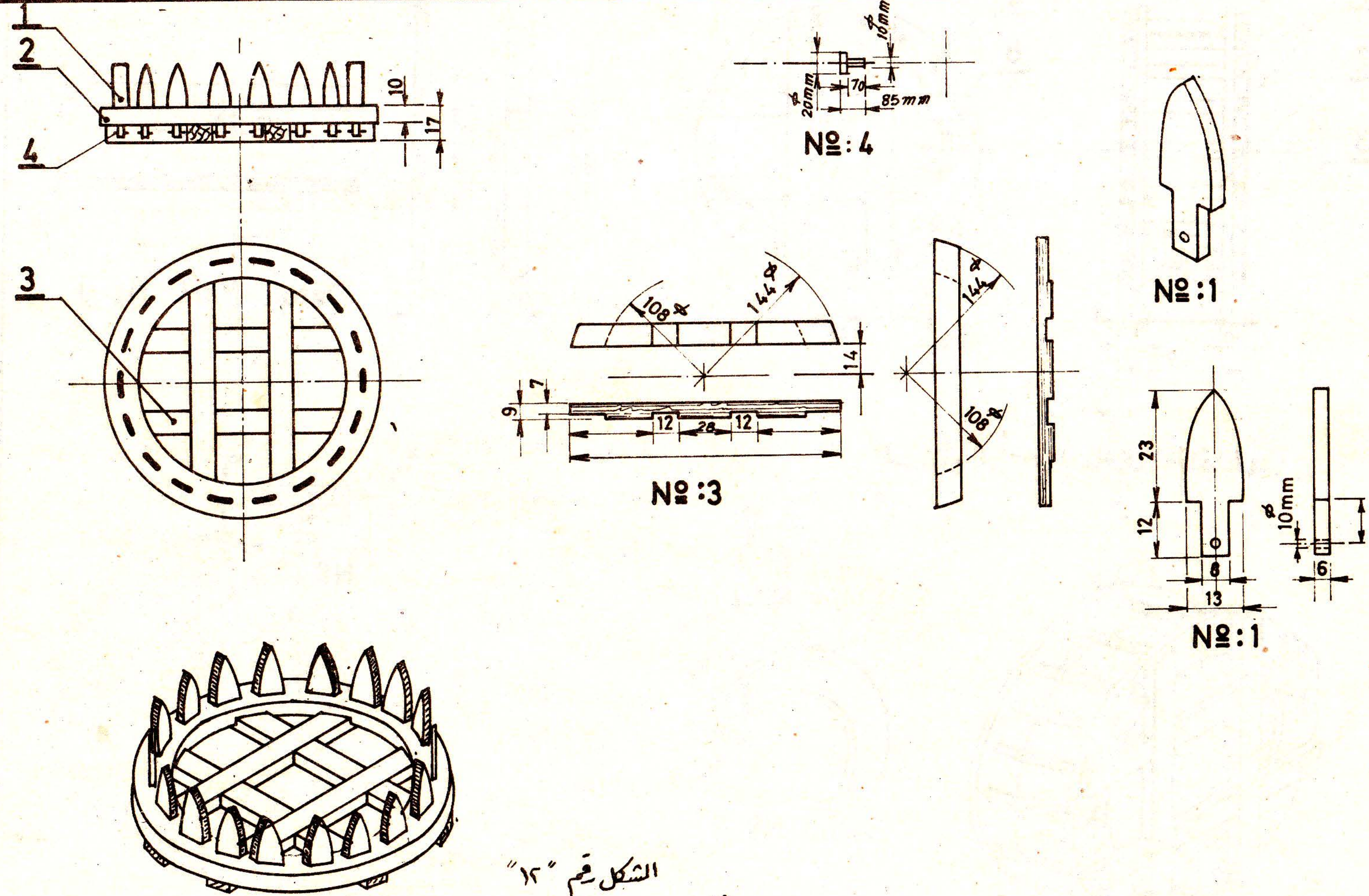
(٢) ابن طولون ص ٢٤٤/٤٤٣





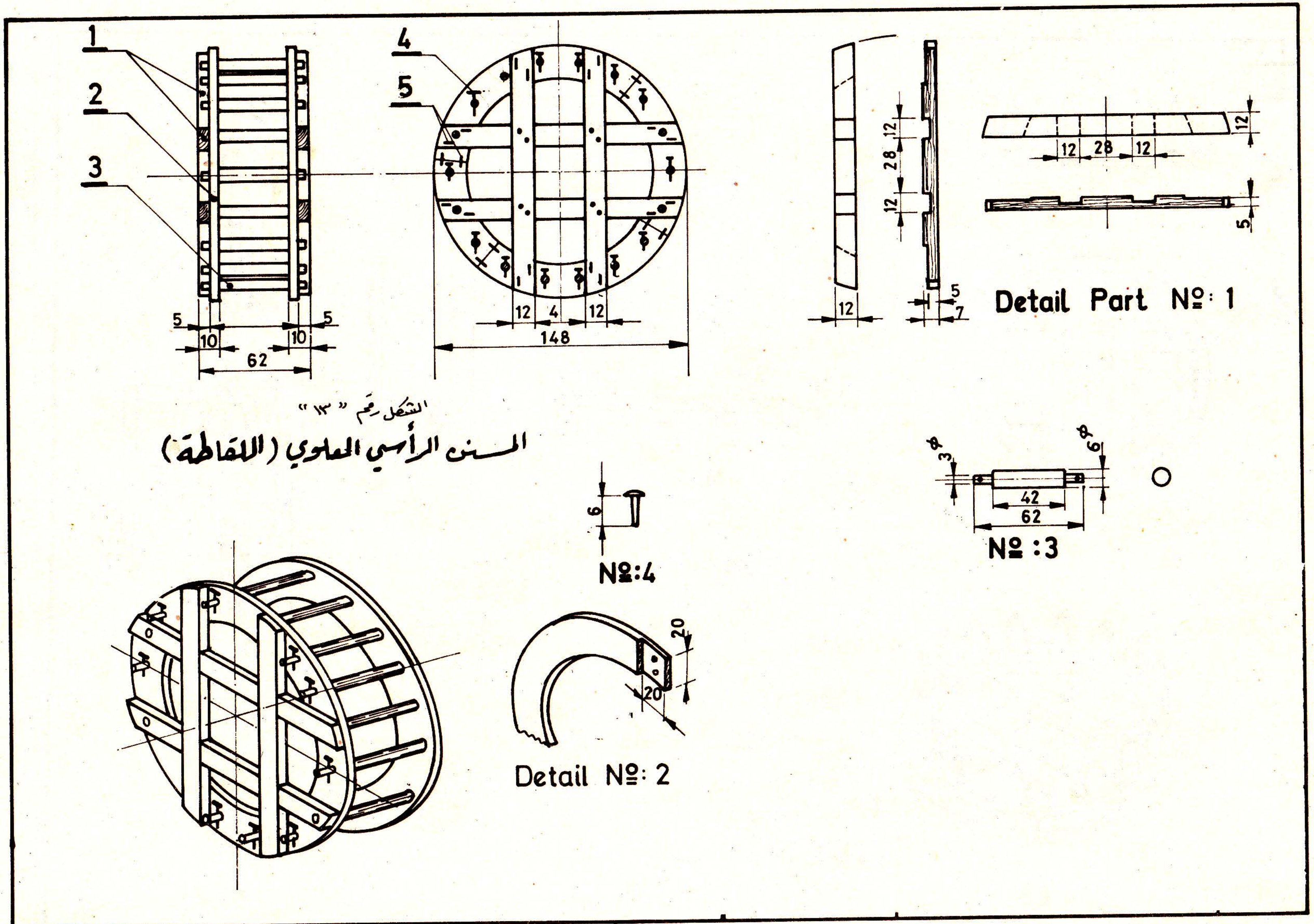
الشكل رقم "11"

المسنات السفلية المتعامدة (اللكام)



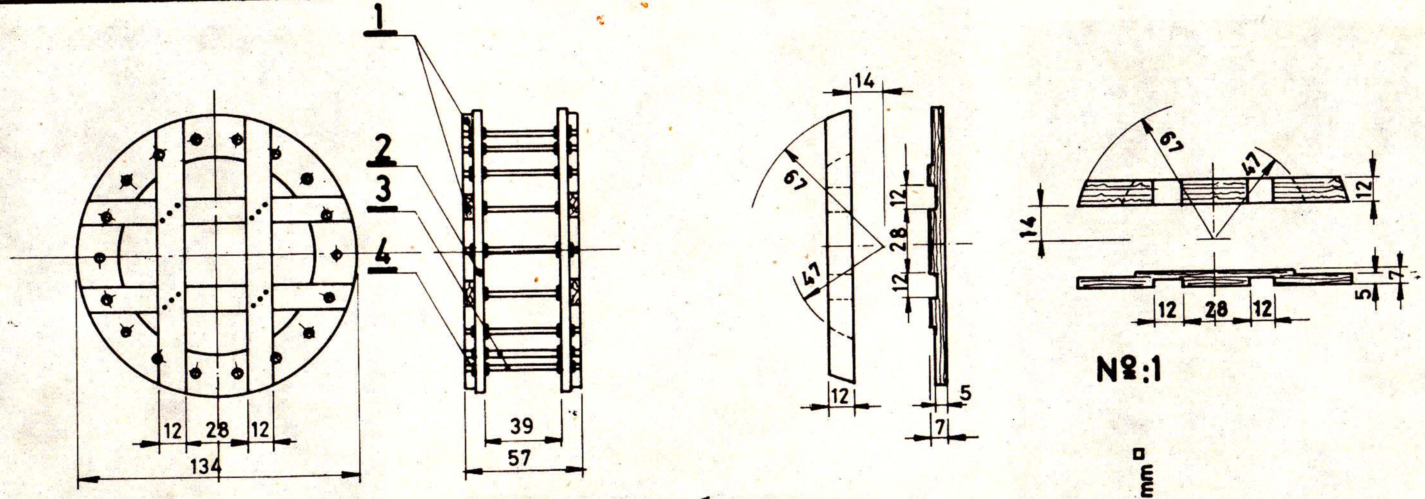
الشكل رقم "١٢"

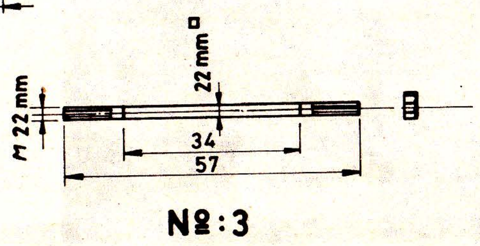
المسنن الافقي العلوي



الشكل رقم "١٣"

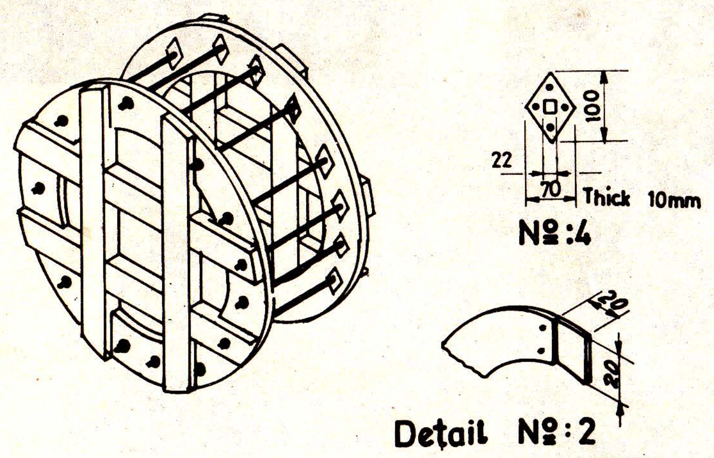
المسنن الرأسي العلوي (اللقاطة)

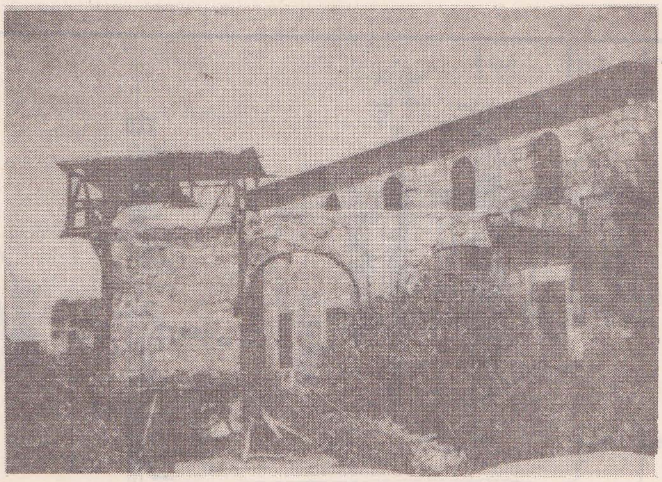




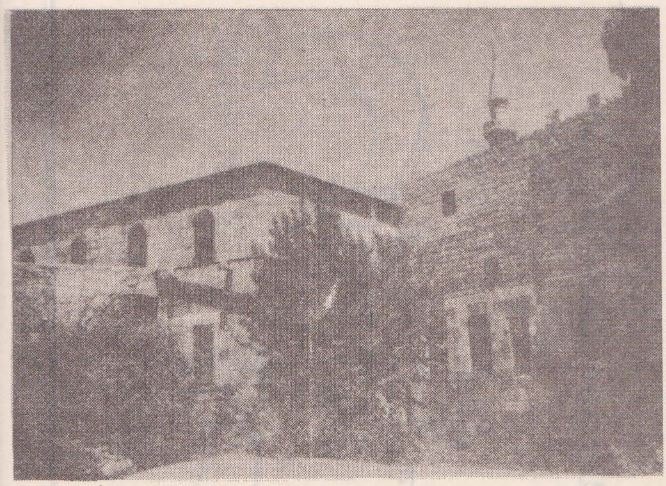
الشكل رقم "١٤٠"

الدولاب الرأسي العلوي (الماوية) (لحمل الزنجير والدلاء)





منظر عام يبين برج المنشأة المائية والقناة وجانب
من المسجد .



منظر عام يبين المسجد والبيمرستان وجزء
من القنطرة التي تنقل الماء .



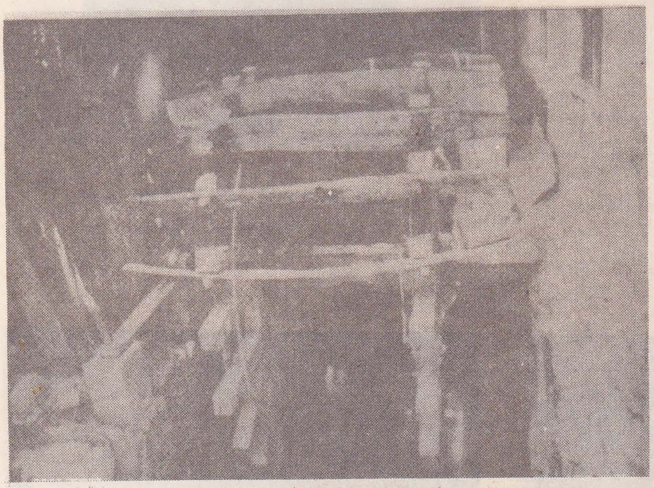
قنطرة تحمل قناة مائية لمنشأة مائية مندثرة على نهر يزيد
مماثلة لمنشأة الشيخ محي الدين . وكانت على نهر يزيد
منشآت عديدة لرفع الماء في السابق .



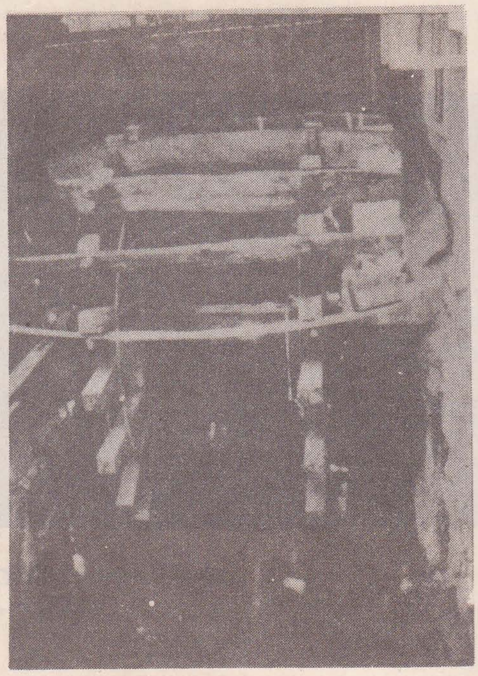
الدولاب المائي على نهر يزيد مع المسننين السفليين لنقل الحركة مع جانب من عمود نقل الحركة .



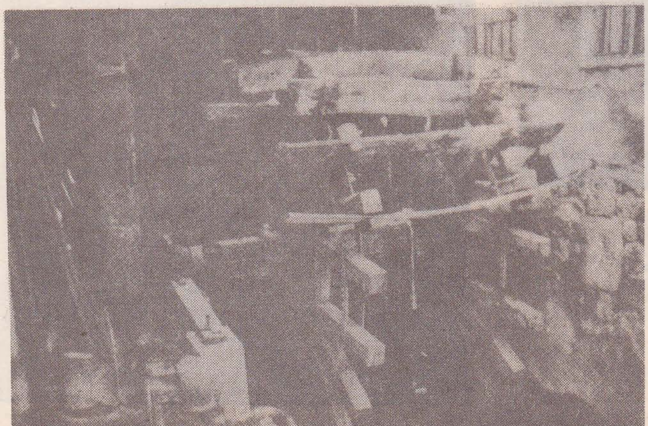
لوحة رخامية على باب البيمارستان القيمري تبين تاريخ إنشائه .



دولاب الماء (الناعورة) على نهر يزيد يؤدي هذا الدولاب وظيفة المحرك المائي والناعورة في آن واحد (لاحظ الدلاء المثبتة على الطرف الأيسر للفائدة الإضافية)



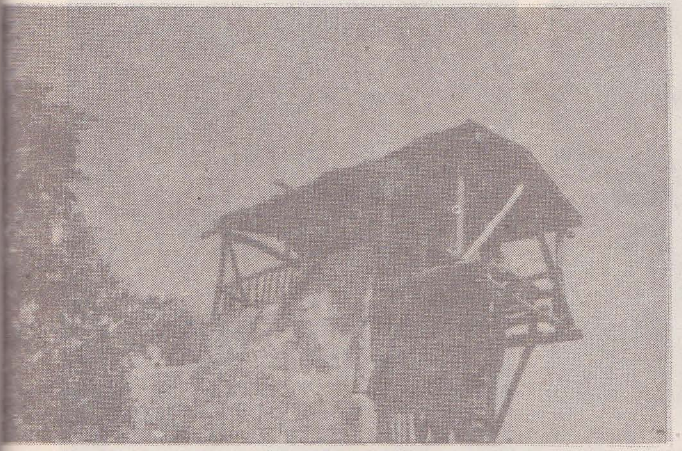
منظر آخر للدولاب المائي على نهر يزيد



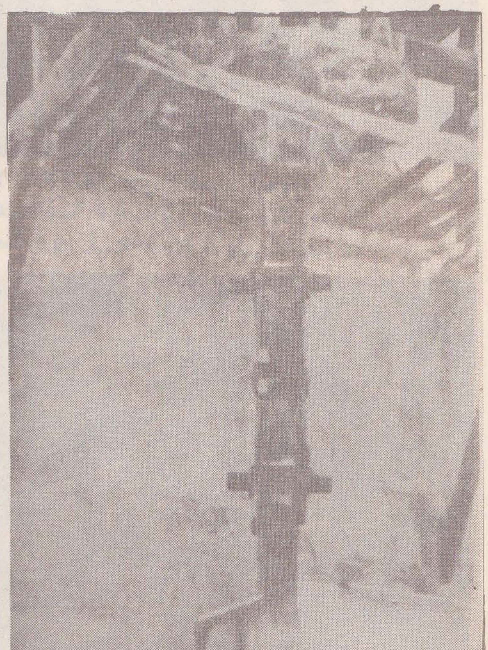
منظر آخر لدولاب الماء على نهر يزيد (بدون المسننين السفليين)



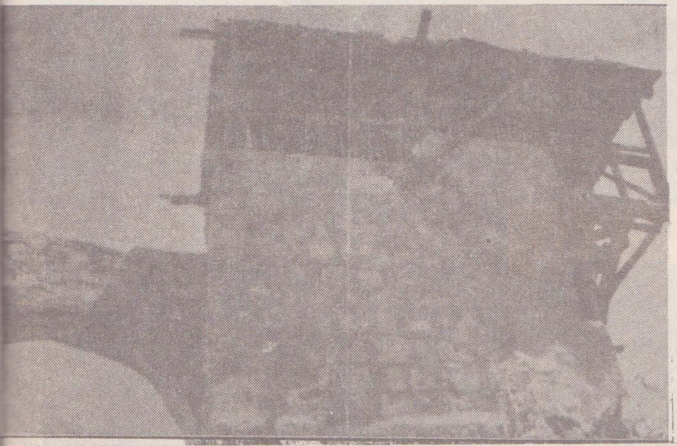
عمود نقل الحركة العمودي مع المسنن العلوي الأفقي (أو المطبق).



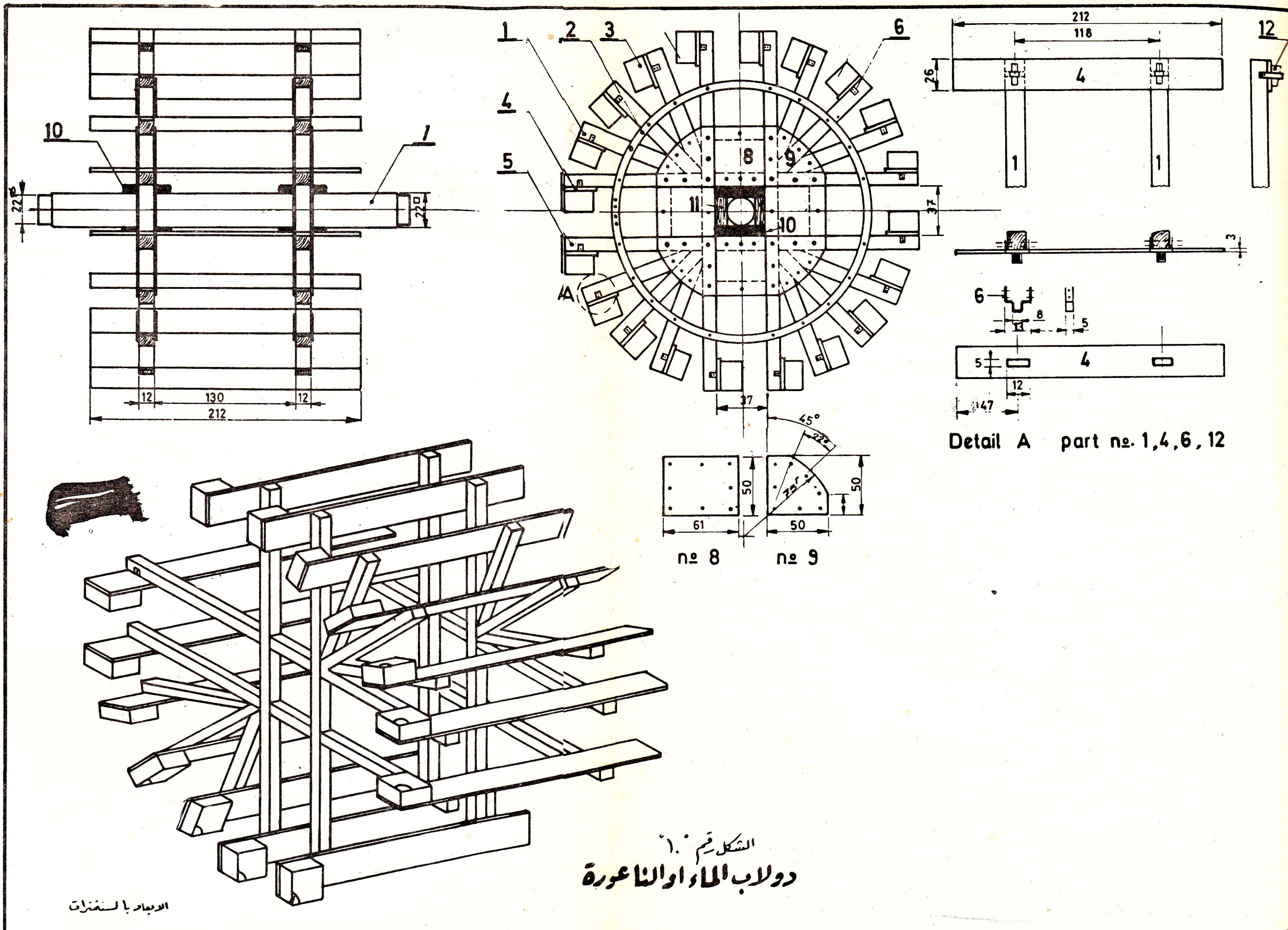
البرج الحامل للقسم العلوي من المنشأة المائية ويبدو في الصورة عمود نقل الحركة الرأسي مع المسنن الأفقي في اعلاه مع جانب من القنطرة.



عمود نقل الحركة وفي أعلاه المسنن الأفقي (لاحظ التقوية بالأطواق الحديدية التي أضيفت في وقت لاحق بسبب اجهادات الطي).



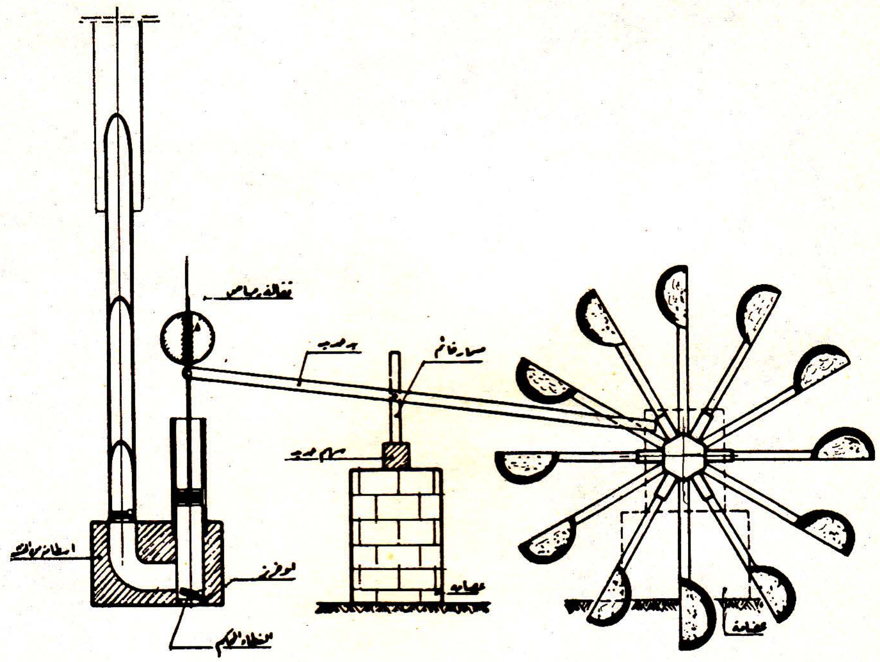
البرج الحامل للقسم العلوي من المنشأة المائية مع جانب من القناة.



الشكل رقم ١٠

دولاب الماء او الناعورة

الابعاد بالسنتمترات

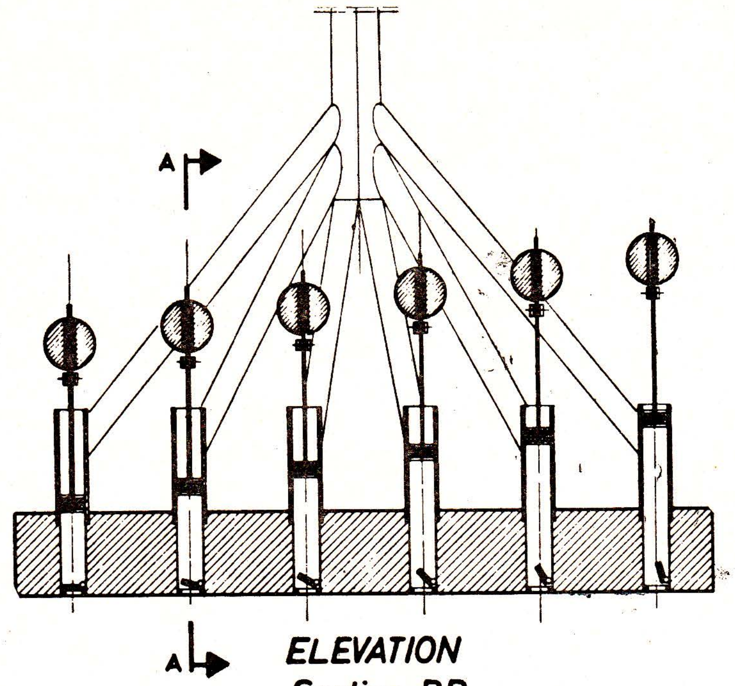


Section-AA

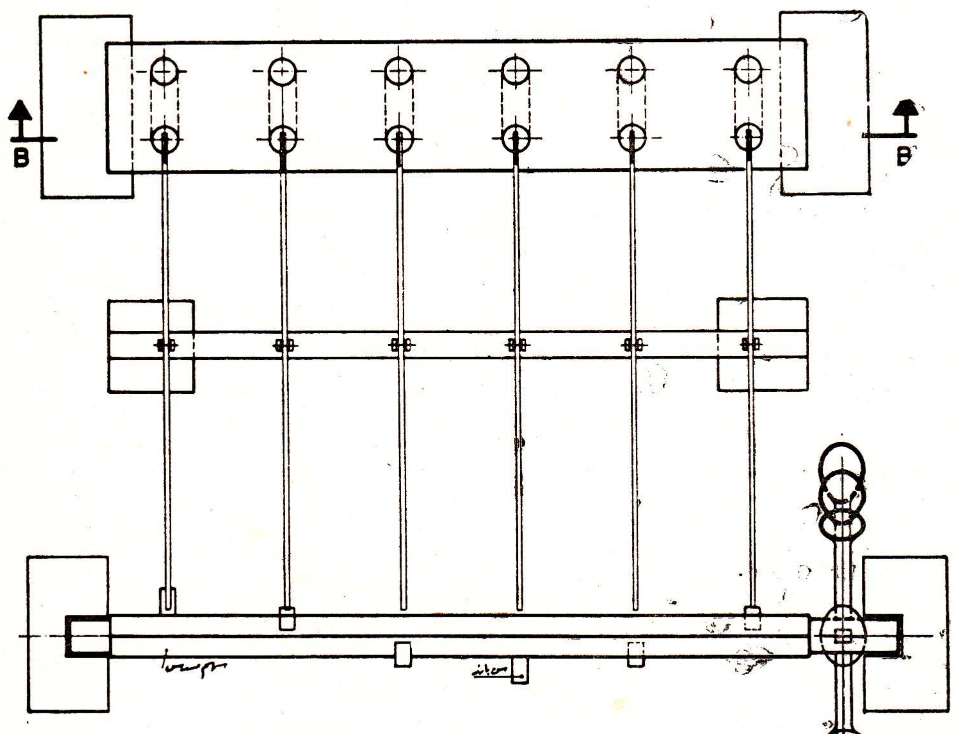
الشكل رقم (٧٠٦)

المضخة المكبسية ذات الاسطوانات الستة لتقي الدين

Six Cylinder Piston Pump of Taqi al Din



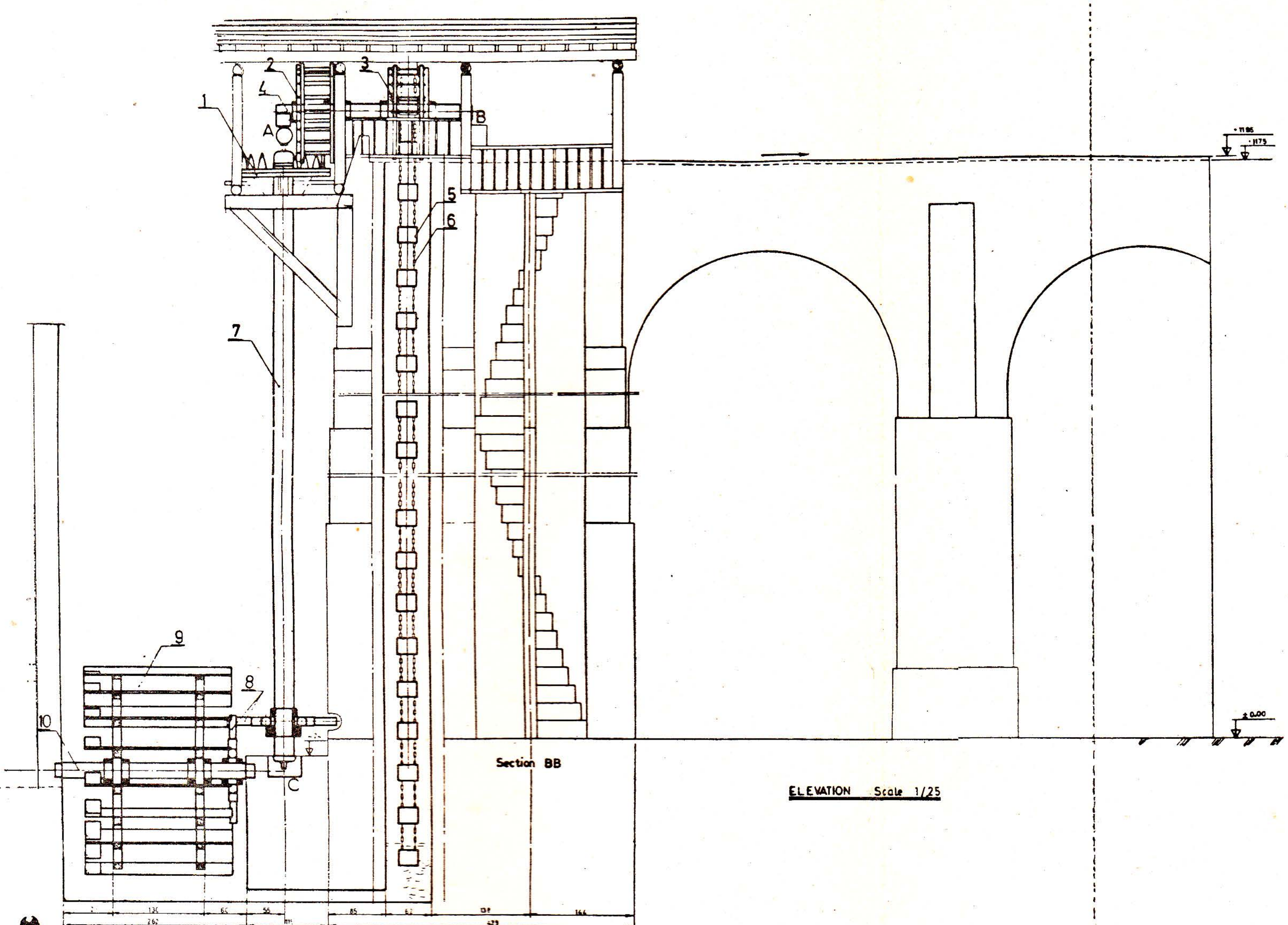
ELEVATION
Section-BB



PLAN

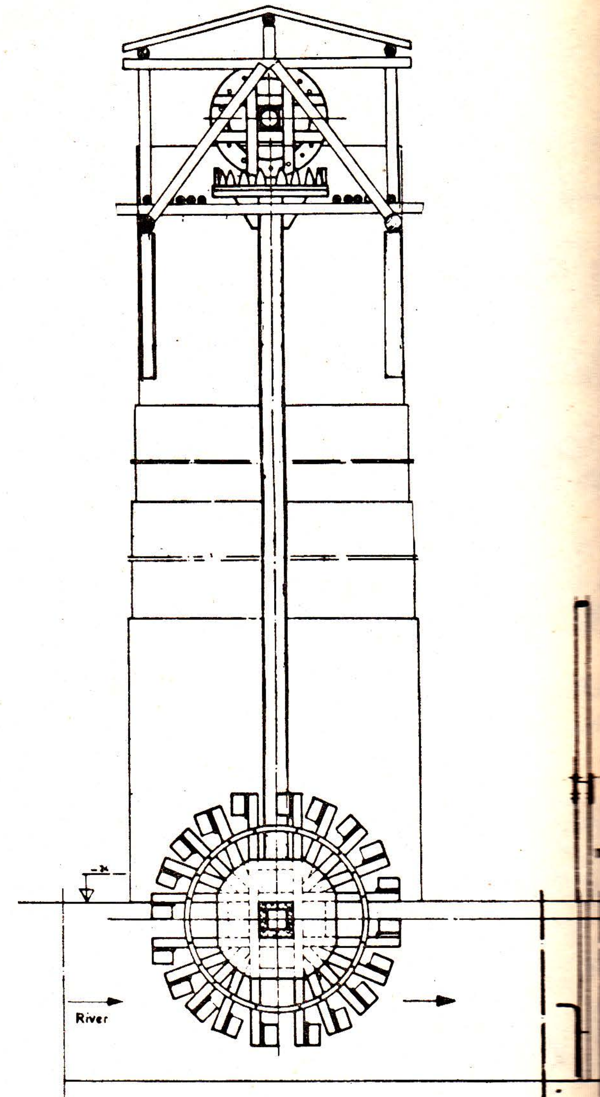
تم رسم هذا الشكل بقليل من التصرف

With little modifications in details

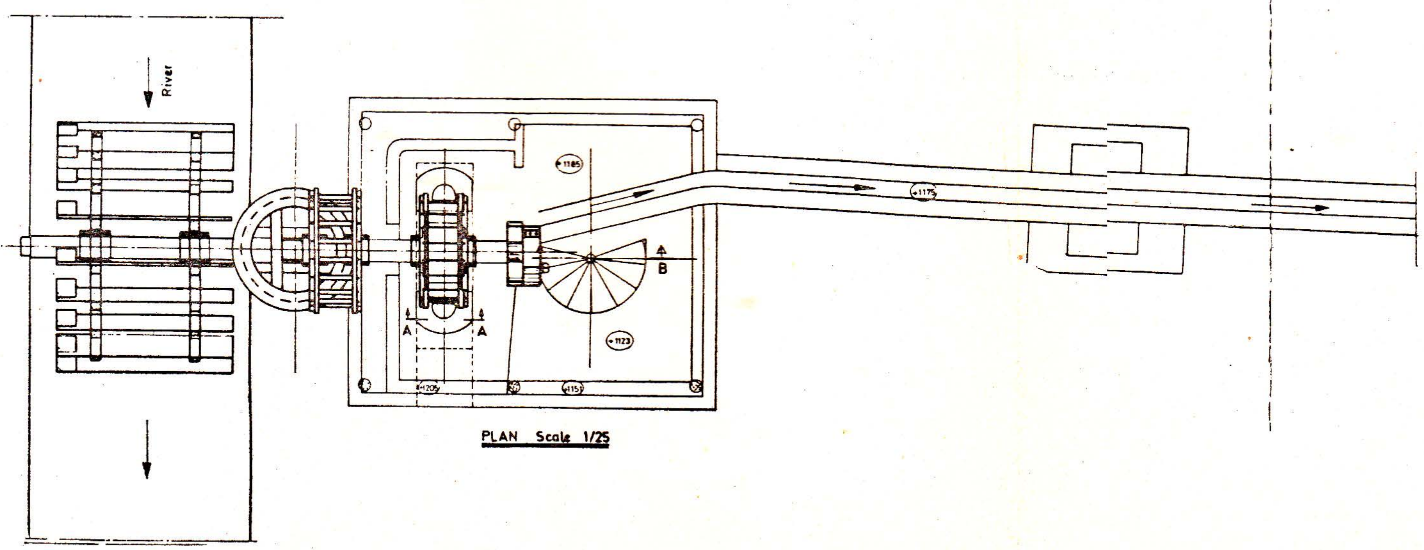


Section AA

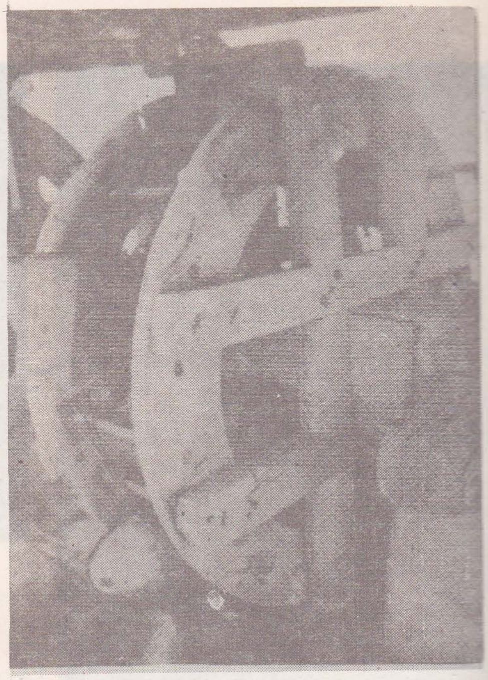
ELEVATION Scale 1/25



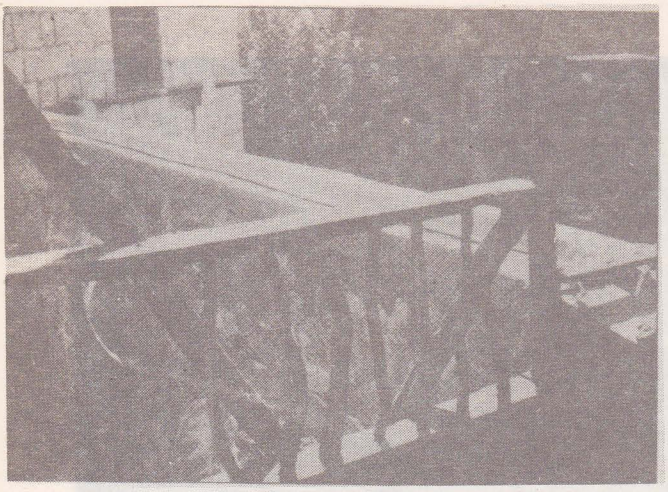
SIDE VIEW Scale: 1/25



PLAN Scale 1/25



دولاب تحريك الزنجيرين مع الدلاء المثبتة عليهما
(لاحظ الدلاء الحديثة المستعملة في وقت لاحق) .



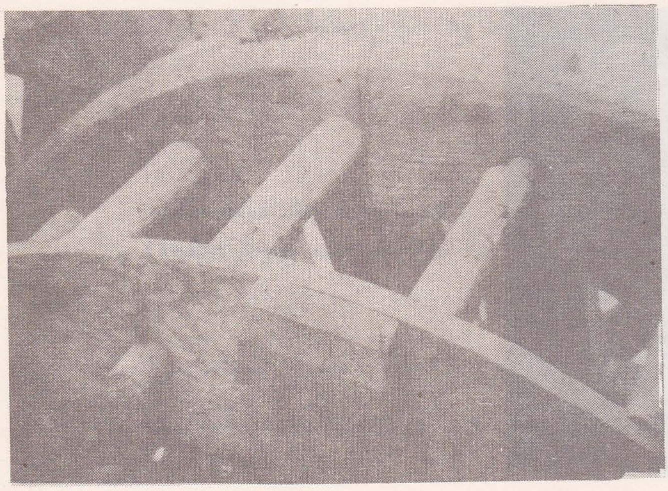
القناة المائية المحمولة على القنطرة تؤدي هذه القناة
الى المسجد الملاصق .

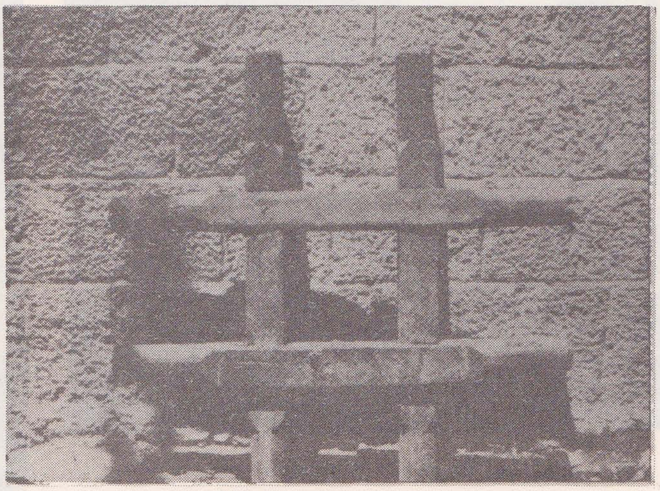


تشابك المسنن العلوي الأفقي (الطبق) مع المسنن العلوي
الرأسي (اللقاطــة) .



الدولاب الرأسي العلوي (الماوي) وعليه
الزنجيرين مع الدلاء .

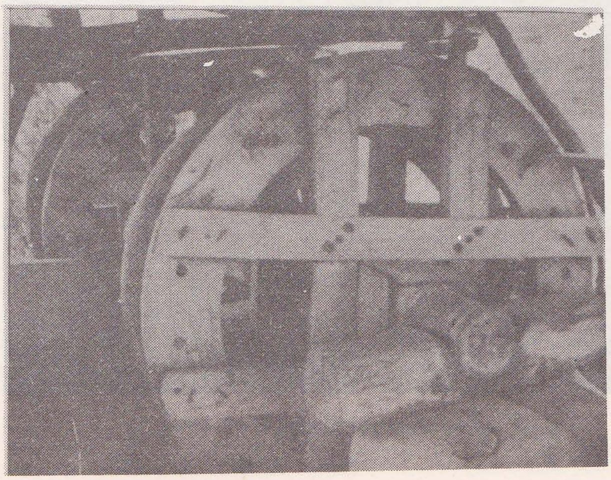




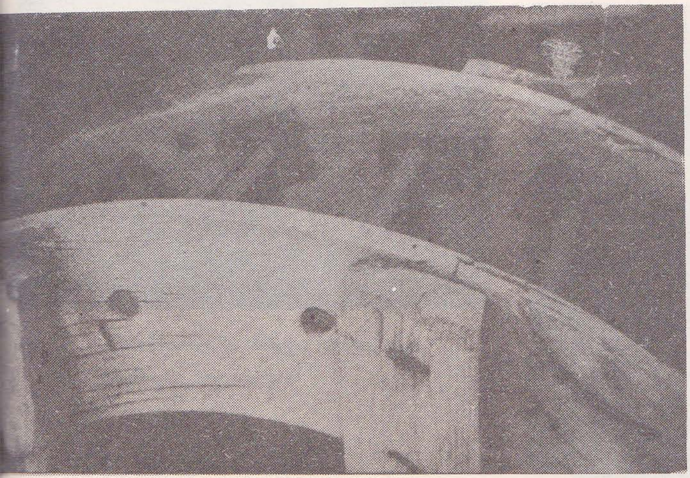
منظر لأحد المسننين السفليين الناقلين للحركة من دولاب الماء إلى عمود الحركة (قبل أعادة تركيبهما)



منظر لدرج الحلزوني المؤدي إلى أعلى برج المنشأة المائية (منظر مأخوذ من الأعلى)



منظر للقسم العلوي من المنشأة المائية يبين في الطرف البعيد المسننين الرأسي العلوي وفي الطرف القريب الدولاب الحامل للزنجير والدلاء (لاحظ طريقة إسناد المحور).



منظر آخر للدولاب الحامل للزنجير مع الدلاء (لاحظ الأصابع الحديدية المربعة المقطع)

المراجع العلمية

أولاً - المراجع العربية

ابن طولون :

محمد بن طولون الصالحي : القلائد الجوهرية في تاريخ الصالحية، الجزء الاول، تحقيق محمد احمد دهمان - دمشق . مكتب الدراسات الاسلامية - ١٩٤٩

ابن عساكر :

الحافظ القاسم علي بن الحسن المعروف بابن عساكر: تاريخ مدينة دمشق . المجلدة الاولى، تحقيق صلاح الدين المنجد مطبوعات المجمع العلمي العربي بدمشق ١٩٥١

حاجي خليفة :

مصطفى بن عبد الله الشهير بحاجي خليفة وبكاتب جلبي : كشف الظنون عن اسامي الكتب والفنون، اعادت طبعه بالاوفست مطبعة المثنى ببغداد تصويراً لطبعة وكالة المعارف باستانبول ١٩٤١ - ١٩٤٣

خفاجي :

شهاب الدين احمد بن محمد بن عمر الخفاجي : ريحانة الالبا وزهرة الحياة الدنيا بتحقيق عبد الفتاح الحلو - الجزء الاول . القاهرة ١٩٦٧

الخوارزمي :

محمد بن احمد بن يوسف الكاتب الخوارزمي : مفاتيح العلوم، مطبعة الشرق - القاهرة

زكي :

صالح زكي: اثار باقية (استند اليه العزاوي)

زيدان

جرجي زيدان: تاريخ اداب اللغة العربية ، منشورات دار الحياة - بيروت ١٩٦٧

طاش كبري زادة :

احمد بن مصطفى الشهير بطاش كبري زادة: مفتاح السعادة ومصباح السيادة، مراجعة وتحقيق كامل كامل بكري وعبد الوهاب ابو النور دار الكتب الحديثة - القاهرة - ١٩٦٨

عزاوي :

عباس العزاوي : تاريخ علم الفلك في العراق وعلاقاته بالاقطار الاسلامية والعربية من العهود التالية لايام العباسيين من سنة ٦٥٦ (١٢٥٨) الى سنة ١٣٣٥ (١٩١٧)، المجمع العلمي العراقي بغداد - ١٩٥٨

القلقشندي

ابو العباس احمد بن علي القلقشندي : صبح الاعشا في صناعة الانشا ، مصور عن الطبعة الاميرية، وزارة الثقافة والارشاد القومي - القاهرة ١٩٦٣

الكتبخانة

فهرست الكتب العربية المحفوظة بالكتبخانة الخديوية المصرية . القاهرة - الطبعة الاولى - ١٣٠٨ هـ . ج ٥ - ٦

كرد علي

محمد كرد علي : خطط الشام - الجزء السادس - دمشق - مطبعة المفيد ١٩٢٨

متز

ادم متز : الحضارة الاسلامية في القرن الرابع الهجري، مطبعة لجنة التأليف والنشر القاهرة ١٩٥٧

منجد

صلاح الدين المنجد : خطط دمشق، بيروت - المطبعة الكاثوليكية ١٩٤٩

النويري

شهاب الدين احمد عبدالوهاب النويري : نهاية الارب في فنون الادب، النسخة المصورة الصادرة عن وزارة الثقافة والارشاد القومي في ج . م . ع عن طبعة دار الكتب المصرية الصادرة في الاصل بين ١٩٢٣ - ١٩٥٥

ثانياً - المراجع الأجنبية

BROCKLEMANN
Geschichte Der Arabischen Litteratur
Leiden – Brill .

BURSTALL , AUBREY , F.
A History of Mechanical Engineering
The M I T Prees
Cambridge , Mass. U.S.A. , 1965 .

DERRY , T.K. & WILLIAMS , TREVOR I.
A Short History of Technology
Oxford University Press
London , 1960

ENCYCLOBAEDIA of ISLAM
New Edition
Brill – Leiden , 1960 .

FELDHAUS , F.M.
Die Technik der Antike und des Mittelalters
George Olms Verlag (reprint)
Hildesheim , 1971

HILL , DONALD R. (1)
(See al – Jazari)

HILL , DONALD R. (2)
(Medieval Arabic Mechanical Technology)
First Intl. Symp. on the History of Arabic science
Aleppo University – 1976

AL – JAZARY , IBN AL – RAZZAZ
The book of knowledge of Ingeneious Mechanical Devices
Translated and annotated by Donald R. Hill
D. Reidel Publishing Co.
Dordrecht – Holland – 1974 .

MORDTMANN, J. H.

(Das Observatorium des Taqi-eddin zu Pera).
Der Islam , 13 (1923) , pp. 82-96 .

NADVI, S. S.

(Muslim Obvervatories)
Islamic Culture , 20 (1946) , pp. 267-281

NEEDHAM , Joseph
Science and Civilization in China
Vol. 4 , Part 2 , Mechanical Engineering
Cambridge University Press
London , 1965 .

PARSONS , WILLIAM BARCLAY
Engineers and Engineering in the Renaissance
The M. I. T. Press
Cambridge , Mass. , U.S.A. , 1968 .

SAYILI, AYDIN (1)
(Ala' Al Din Al Mansur's Poems on the Istanbul Observatory)
Belleten T.T.K. (Turk Tarih Kurumu)
Vol. 20 , (1956) , pp. 429 — 484

SAYILI , AYDIN (2)
The Observatory in Islam
Turkish Historical Society (T.T.K.)
Series VII , No. 38
Ankara , 1960 .

SARTON , GEORGE
Introduction to the History of Science
Robert E. Krieger
New York 1975 .

SINGER , CHARLES, ET AL.
A History of Technology
Vol. III (c 1500 - c 1750)
Oxford University Press
London , 1957 .

SUTER

Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre werke .
Teubner , Leibzig , 1900

TEKELI , SEVIM (1)

(Takiyuddin ' in Sidert Ul – Munteha' sina Aleter Bahsi)
Belleten T.K.K. , 25 (1961) , pp. 213 - 238 .

TEKELI , SEVIM (2)

(Astronomical Instruments for the Zic of Emperor)
Arastirma T.T.K.
Vol I , (1963) , pp. 71 - 122 .

TEKELI , SEVIM (3)

The Clocks in Ottoman Empire in 16th Century and Taqi al Din's :
(The Brightest stars for the Contruction of the Mechanical Clocks)
Ankara University , 1966.

مع النص الكامل لكتاب :
« الكواكب الدرية في البنكامات الدورية »

USHER , ABBOTT PAYSON

A History of Mechanical Inventions, Harvard Univesity Press
Cambridge , Mass. 1954 .

WIEDEMANN , EILHARD

Aufsätze zur Arabischen Wissenschafts – geschichte
Georg Olms Verlag (reprint)
Hildesheim , 1970 .

WIEDEMANN , E. & HAUSER F. (1)

(Uber Vorrichtungen zum Heben von Wasser in der Islamischen Welt

Beiträge der Geschichte du Technik und Industrie
(1918) , 8 , pp. 121 - 154 .

WIEDEMANN , E. & HAUSER , F. (2)

(Uber die Uhren in Bereich d. Islamischen Kultur) .
Nova Acta Leop. Akadmie , 1915 Bd. 100 , Nr. 5 .

القسم الثاني

الطرق السنية في الآلات الروحانية

تقي الدين بن معروف الراصد الدمشقي

المتوفى في ٩٩٣هـ - ١٥٨٥م

مخطوطة عربية في الهندسة الميكانيكية

مصورة ومطبوعة بالاوفست باذن خاص من مكتبة تشستر بيتي - دبلن - ارلندة
المخطوطة رقم ٥٢٣٢

الطرق السنية في الالات الروحانية

تاليف محرره الفقير تقي الدين محمد معروف بن احمد بن محمد الدمشقي

ابن محمد ايضا وهو ابن احمد بن يوسف بن محمد

مولا واحد خدمه العلم الشريف عفي عنهم ضمنه الله الحميد

وذلك بتاريخ نيف عشر ملحقه

٦٦ سنة

٩٥٩

هو المبشر

طالع هذا الكتاب المستطاب

العبد المفتقر الضعيف عبد الوهاب

عفاه الله تعالى بجاه التواب العقاب

بحرمة النبي الامي والآل والاصحاب

في شهر جمادى الآخرة سنة

ثمانين وثمانمائة هجرية نبوية عليه

التحية ما دار ادوار الشهرية

والسنوية بين البرية

اذا احببت ان تحيى سعيد الحياة والعز

وان تاتي من فوق الثريا درى

ولا تحرص على ... والكبر فوق الارى

ولا تنطق الاوحد ... وان كنت ... فوق ذرى

بسم الله الرحمن الرحيم

ان خير خبر حبر خبر حبر حبر حبره وسبره • ونشر بشر نشر نشر بشر بشر سره بسره ما كان حمدا لله تعالى ابداءه • تقدست اسماؤه • الا لا الآء الا الاؤه • ولا لا لاء الا لالاؤه احمدك اللهم على كل حال • ... شكرا لا يفارق الخلد والبال • حديد بدوام الحمد بدن غير بال واصلي واسلم على خاتم انبيائك • ومبلغ رسالاتك وانبائك • سيدنا ومولانا وشفيعنا محمد المصطفى • وعلى اله ذوي السيادة والصفاء • واصحابه اولي الصدق والوفاء • ما سقطت الانداء واختلفت الانواء وهبت بارا ... امين ..

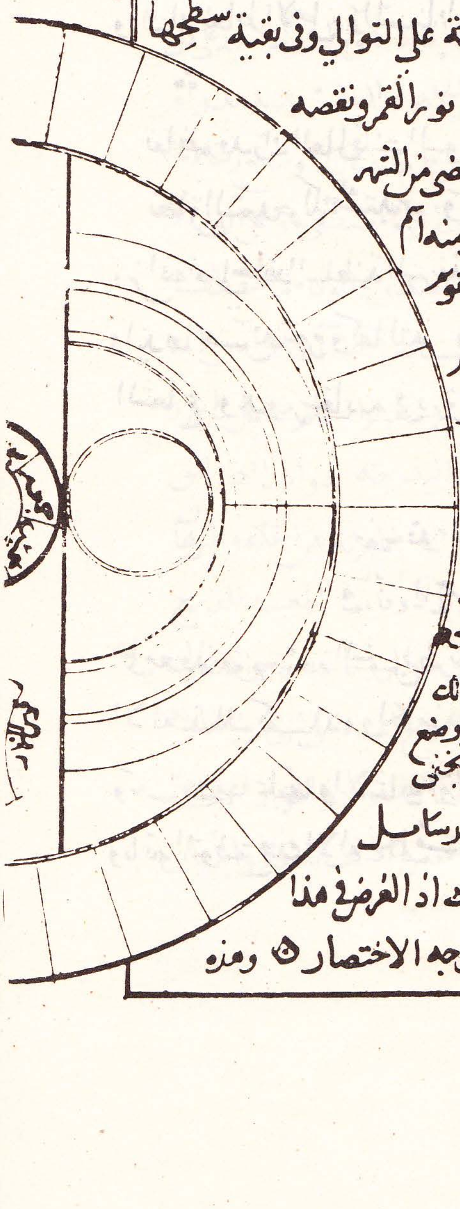
فهذا كتاب صغير الحجم • عزيز العلم يشتمل على غرر فوائد • ودرر فرائد من الالات البديعة ذوات الطرائق المتسقة الظاهرة التألق واللمعان العرية عن العلة والبرهان وذلك كالمتكامات • المعرفة بالاوقات المعينة بالدرج والساعات وكالحركات الشبيهة بالروحانية وجر الاثقال بالقوى المتضاعفة القسرية واخراج المياه الى الجهات العلوية وما ينخرط في هذا السلك من التحف اللطيفة • والمواد العجيبة الشريفة خدمة لحضرة اشرف العصر والزمان

الحمد

ودستور صاحب القران ناشر لواء العدل والامان كاسر
جناح الجور والطغيان ذي الشيم الملكيه والهمم الفلكيه
والصفات الطاهره العليه والسمات الظاهره المرضيه
والثناء العاطر الاجلي والسنا الباهر الاجلي

تعاظم قدرك العالي فانت الوزير الافخم الباشا العلي
نطاق السعد حولك مستدير وحزب الله حزبك يا
وزير الله تعالى معاقد السلطنة الشريفة العثمانيه بيمن كفايته واطدها
وايدها بحسن تدبيره وكفالته ولا برحت شموس دولته ملمعة
الشعاع وبدور سعادته في ذروة غاية الارتفاع

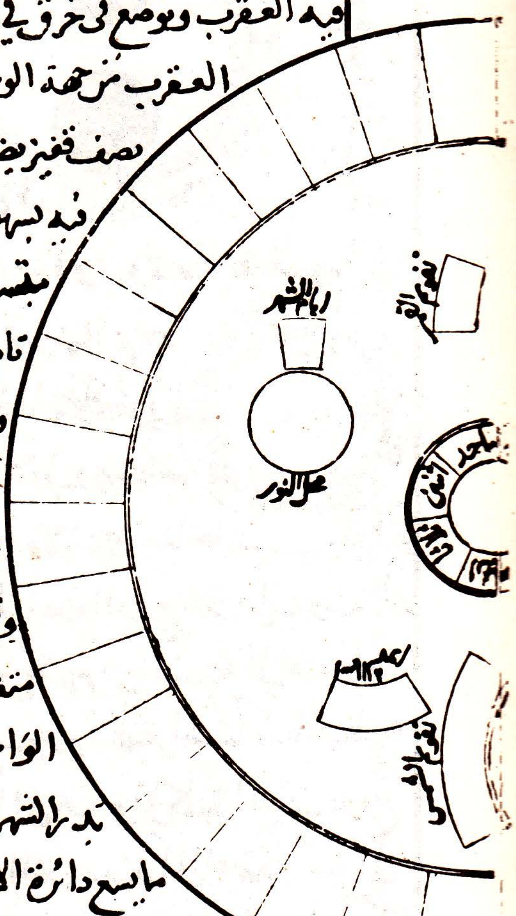
... ... قدمت بين يدي ما اذكر
و... ان جميع الات الساعات تتوقف
على معرفة تقويم درجة الشمس بطريق الاجمال ولما كانت هذه
الالة بذلك كفيلة ولكامنه وغامضه معطية ومنيلة
وجب تقديمها عليها والاشارة اولا اليه في مقدمة
وبالله التوفيق هذه الالة شكلها مستدير كعلبة واسعة فلنقله



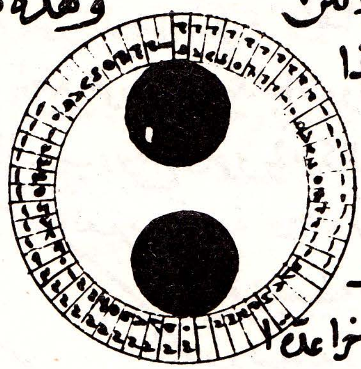
التخن مجوفة الوسط مشتملة على دواليب تدور في جوفها
وعقرب يدور على ظاهرها وحول العقرب سبعة اقسام
مكتوب فيها اسماء الايام السبعة على التوالي وفي بقية سطحها
خرق مستدير يظهر منه زيادة نور القمر ونقصه
ويقابله خرق اخر يظهر منه كم مضى من الشهر
العربي من الايام وحرق اخر يظهر منه ايام
ذلك الشهر وخرق اخر يظهر منه تقويم
القمر وحرق اخر يظهر منه تقويم
الشمس وتحته حرق اخر يظهر منه
قوس ذلك النهار ورأى ان يضع
على سطحه في النصف الخالي نصف
دائرة معدلة ويرسم في [illegible]
البلاد وقوس ظل وقوس عصر وغير ذلك
من المحسنات كما في هذا المثال ولا يخفى
ذلك النير جدا ولله واما العملية فلهم رسائل
مستقلة فلا نطول بذكر ذلك اذ الغرض في هذا
الكتاب ذكر الغريب من الالات الرصدية بوجه الاختصار ٥ ومنه

المحو سم

وهذه صورة الوجه المذكوره   وأما الطريق الى عمل ما في داخله
فهو ان يوضع محور بسبع دندانجات واحد راسيه مربع ليوضع
فيه العقرب ويوضع في خرق في مركز الوجه نافذا منه ويركب فيه
العقرب من جهة الوجه ويركب عليه من جهة البطن
نصف قفيز يضبطه من الخلل بحيث يتحرك ويدور
فيه بسهوله ثم تعمل دولابا محددا وتقسمه
بتسعة وخمسين سنا اشهرين عربيين
تام وناقص وله محيط مقسوم بتسعة
وخمسين قسما لكل يوم قسم ونكتب
فيه اعداد الايام من واحد الى
ثلاثين ثم من واحد الى تسعة وعشرين
ونضع في سطحه داخل المحيط دايرتين
متقابلتين بحيث يبقى بينهما من الجهة
الواحدة ما يسع دائرة تامه وهو
بدر الشهر الكامل ومن الجهة الاخرى
ما يسع دائرة الا نصف جزء من التسعة وخمسين   الأجزاء
جيدا وهو بدر الشهر الناقص وتقوم الدايرتين بالسوا



وهذا محاق الهلالين وهذه صورته



ثم تعمد الى قفا هذا
الدولاب
وتركب على محوره
سبع وندانجات
وتصنع دولابا اخرا عدة

وهذه صورته

اسنانه اثنان واربعون سنا وفي وجهه محيط مقسوم باثني
عشر قسما مكتوب في كل قسم منها اسم شهر
من الشهور العربية على التوالي وهذه صورته



ثم تركب على الدندانجة الاولى وهي دندانجة
الايام من الجهة الاخرى دولابا عدة اسنانه اثنان وثمانون
سنا ومحيطه مكتوب عليها اعداد البروج ثلاث مرات ومنه يظهر
تقويم القمر غير انه يخل بكسر جزئي بالنسبة الى نهايته فاذا
تركب منه في مدة ما بهت يوم فيقهقر اشتباكه بالدندانجة
المذكورة سنا واحدا الى جهة توالي كتابة البروج
فيعود الامر في ظهور التقويم منه الى الصحة الى ان
يمضي مثل تلك المدة فتفعل ما ذكر من القهقرة ثانيا وهكذا

يكون

يكون الحكم ابدا وهذه صورته



ثم تركب على الدندانجة الاولى
ايضا دولابا عدة اسنانه
ثلاثة وسبعون سنا
وفي محور دندانجه
عدة اسنانها خمسة عشر
سنا وتركب عليها دولابا عدة
اسنانه خمسة وسبعون سنا وتكتب على محيطه اعداد البروج
الاثني عشر ودرجاتها وتحت كل خمسة اقسام من اقسام كل
برج قوس النهار في تلك الايام بوجه التوسط والتقريب
وان كانت الالة واسعة فيمكن عمل محيط اخر يوضع فيه الشهور
الرومية بايامها ومنه يظهر
تقويم الشمس وطول ذلك
النهار غير ان هذا الدولاب
ينبغي ان يقهقر سنا اضافي
السنة الكبيسة وهي الرابعة
من اول البسيطة فيجري الامر على الصحة
بالدرج [illegible] البسائط وهذه صورته



ثم تركب هذه الدوَاليب على خروقها المحرّزة المحكمة
تركيبا محكما مقيدا بقفايز من الحديد ضابطة للمجاورة والحركة
كلها في ضبط ذلك وتوقيعه فكلما ادرت العقرب
على يوم تحركت الدوَاليب جميعها بحسب حركة الكوكب ذلك
اليوم وهكذا يجري الامر في ذلك كله وينبغي ان يكون كل خرق منها ما
عدا الخرق المدور ضعف مقدار ما ينبغي وفي وسطه موري لطيف
وَانما اخترنا اتساعها لان البرج اذا بقي منه شي يسير تغطى كتابة
البرج فيعسر قراته فليعتمد في تحرير ذلك على الموري تنبيه
ينبغي ان يعلم من الطرق الهندسية هنا نسبة بعض الدوَاليب الى بعض
لتتوقع اسنانها على موافقة بعضها بعضا وَالطريق الى معرفة
ذلك ان ينشي من اسنان الدندانجات الاولى المعلومة مسطح ثم تعلم ان نسبة
قطر الدائرة الى محيطها كنسبة سبعة من اثنين وعشرين فيا فنا خذ
لكل اثنين وعشرين من اسنان الدولاب الذي تريد ان تضعه سبعة
ثم تفتح البيكار بقدر ذلك العدد وتعلمه في لوح فهو قطر الدولاب الذي
اذا قسمته بالاسنان المذكورة وافق اسنانه لاسنان الدولاب المعلوم
الذي انشات منه المسطح مثاله انا انشانا من اسنان الدندانجات
مسطرة واردنا معرفة قطر الدولاب الذي عدة اسنانه تسعون وخمسون ومائة

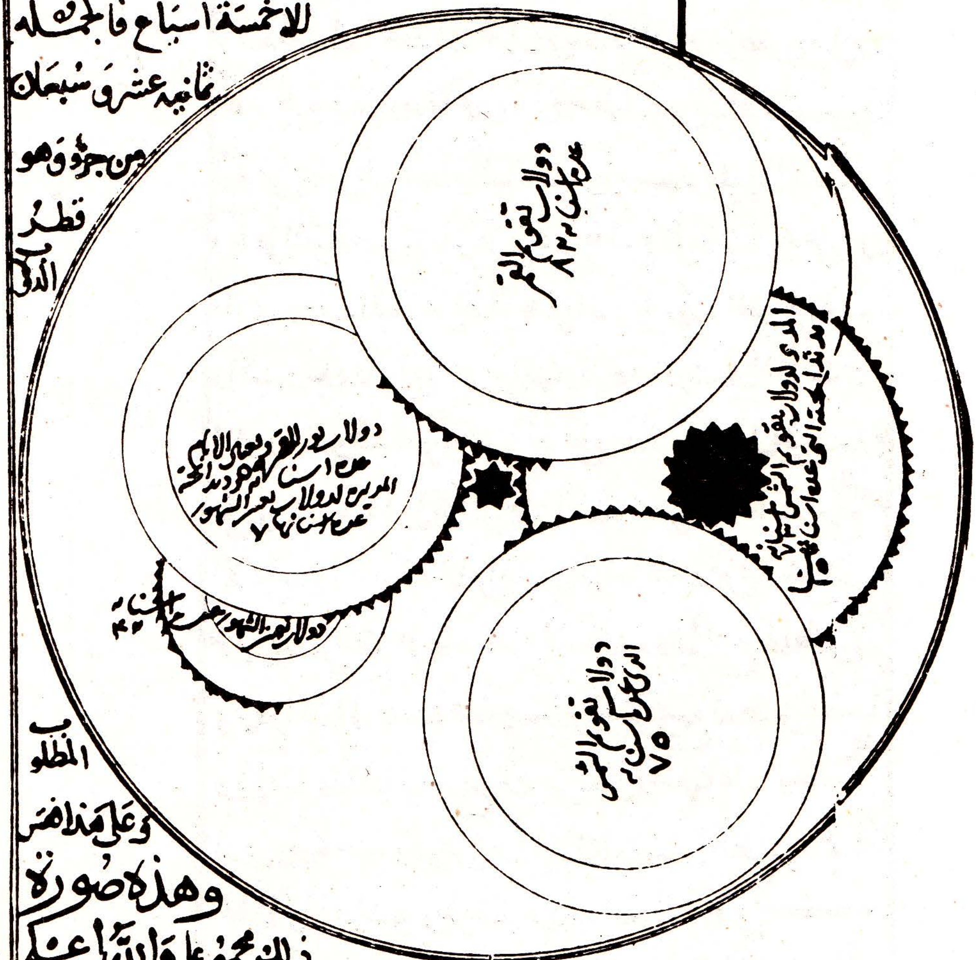
بعد تعرفه

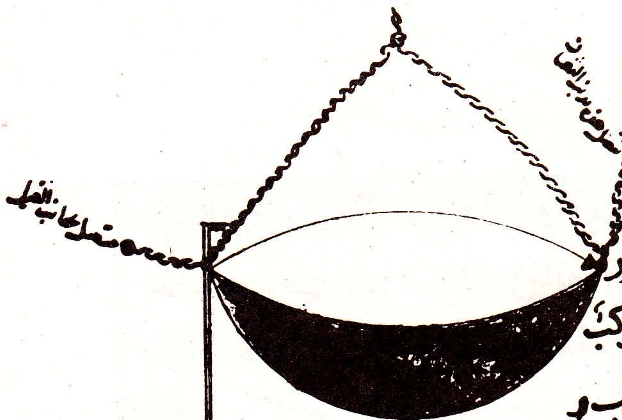
الباب الاول في البنكامات

وفيه فصول الفصل الاول في بنكام الفيل وهو صورة فيل من
نحاس عليه قبة باربعة اعمدة وفي وسطها شخص هيئة كاتب وحوله
لوح مستدير من النحاس عليه اعداد الساعات وباصبعه يشير الى الاعداد
وبما على القبة صورة بازيين وشخص جالس وكل يد من يديه على راس
بازي وتحت البازيين ثعبان فاغرفاه وعلى رقبة الفيل فيال
راكب وبيده فاس اذا مضى من النهار درجة دارت يد الكاتب على
اللوح الذي فيه اجزاء الساعة على درجة ثم لا يزال يمشي بيده
على درجة درجة الى ان يكمل بجملة الخمسة عشر درجة ساعة فيرفع الشخص
الاعلى يده الماسكة لراس البازي الواحد فينزل من فيه بندقة
من الرصاص فتقع على طاسة من الاسفيدروي فيسمع لها طنين مليح
ويرفع الفيال فاسه فيضرب راس الفيل فيسمع له طنين ايضا
وفي الساعة الثانية يرفع يده عن الذي وضعها عليه ويضعها على
الذي رفعها عنه وهو من احسن البنكامات واعظمها عملة
الخلفا والملوك وفي طريقة حركاته اصول الاول
ان تعمل طرجهان من النحاس مثقوبة في بطنها اسفلها ثقبا بحيث لو
وضعت على الماء امتلأت من ذلك الثقب في مقدار ساعة

مستدير

ودهن

سنا فاخذنا الكل اثنين وعشرين سبعه تخرج معنا اربعة عشر صحيحه
ويبقى خمسة عشر احذنا ثلثها الاسبع ثلثها من تلك النسبه فكان خمسه
للاخمسة اسباع فالجمله
ثمانيه عشر وسبعان
من جزؤ وهو
قطر
الدو

المطلوب
وعلى هذا فقس
وهذه صورة
ذلك مجموعا والله اعلم



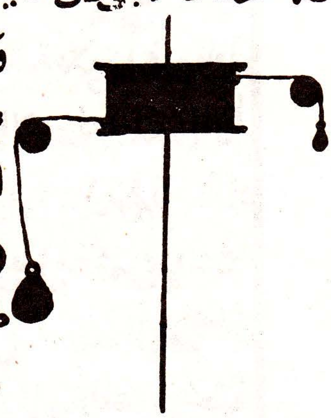
وهذه صورة

الثاني ان الكاتب مركب

على بكرة واقفة على لولب و

ومربوط في جانبها الاعلى خيط وفي الاسفل خيط وفي الاول ثقالة

زنتها مقدار ما ينبغي وفي الثانية ثقالة زنتها ثمن ذلك المقدار



والاول ملفوف منه دورة تامة

على البكرة والثاني من مقابله بحيث

انه اذا انحلت هذه التفت نظيرتها

وهذه صورتها الثالث

طريقة نزول البنادق واحدة كل

ساعة من غير زيادة وذلك ان

البنادق في جعبة مائلة مسلطة وعلى فمها صفيحة معترضة مسمرة

في احد جانبي الجعبة من ثلثها بحيث تتحرك الى الاعلى والاسفل وفي

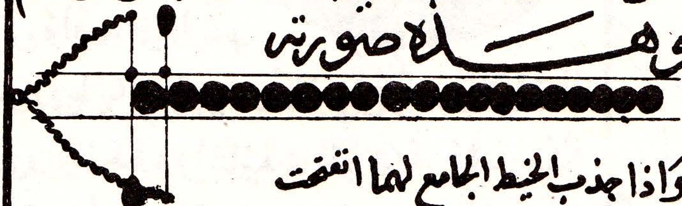
راسها من جهة الثلثين ثقالة صغيرة تحركها ومن جهة الثلث

ثقب فيه خيط وتحت حز الخرز بينه وبين الفم قدر بندقة فقط

الى نصف الجعبة وتركب عليه صفيحة كالاولى غير ان ثلثيها من جهة

ثلث هذه ولكن محورهما من جهة محورها وفي راسها من جهة الثلثين

ثقالة كالاولى وفي الاخر ثقب فيه خيط والخيطان يجتمعان الى
اسفل في خيط بحيث انهما اذا اخليا على حالهما انطبقت التي على الفم
لثقل الثقالة وانفتحت الاخرى فينزل البندق ويعوق ما التي على الفم
وهذه صورته



واذا جذب الخيط الجامع لهما انفتحت
التي على الفم فينزل البندق وانغلقت الثانية فلا ينزل غيره واذا
اطلق الحبل انغلقت التي على الفم وانفتحت الاخرى فينزل بندق اخر كما
تقدم الرابع الطريق الى ان البندق تارة ينزل من فم البازي
الايمن واخرى ينزل من فم الايسر وذلك ان يعمل مشقص مجوف مركبة
زاويته على محور وكل طرف من المشقص اذا جذب الى جهة السفل
حاذى راس واحد من البازيين وعلى راس زاوية المشقص جعبة
مسطحة مسدودة الطرفين في وسطها



بندق بحيث اذا أميل المشقص سارت البندقة
الى الطرف الذي أميل اليه فلا يعود
بنفسه بل بحركة اخرى وقصبتا
المشقص مفتوح كل منهما من عند الزاوية خرقا يسع بندقة تنزل بسهولة في فم
البازي ... وهذه صورته

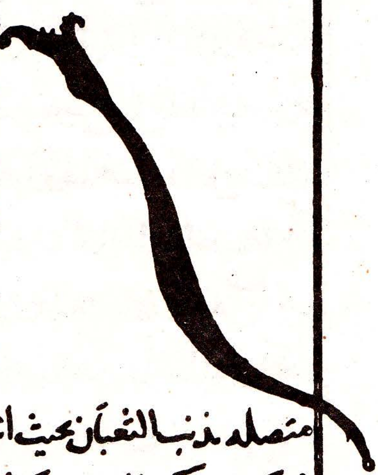
فاذا وقع البندق من الخرق الذي في جهة الميزاب وهي الجهة المسطحة
وسرى البندق فيها مالت بجريه وتسطحت اختها ومال البندق الذي
في الجعبه فبقيت مائلة الى جهته وانتهى ذلك البندق الى راس البازي
الايمن وحاذي ثقب الاخرى لفم جعبة البنادق فاذا انزل ايضا بندق
اخر عادت الى حالتها الاولى ونزل البندق في راس البازي الايسر
الخامس حركة يد الفيال حتى يضرب راس الفيل بالفاس وهو ان يد
التي فيها الفاس مركبه في كتفه في محور ولها فضلة داخل صدره
فيها رزة معلق فيها ثقال في خيط بحيث انه اذا اطلق ارتفعت يده بالفاس
واذا رفع وقعت على راس الفيل وفي جنبه معلقة بكفتين مسطحتين
منخوشة في وسطها موضوعة في محور يدور والثقاله في الكفة
الداخلة والكفة الاخرى البارز من جنبه تحت فم الثعبان بحيث انه
اذا وقع البندق من فمه وقع فيها فيرتفع طرفها الذي فيه الثقالة

فتسقط يده بالفاس على راس الفيل ثم انه يميل
الكفه فيتدحرج البندق ويقع فتقوم مل
وهكذا كلما سقط من فم الثعبان بندق يلي
اخر وهذه صورته ٥
السادس ان الثعبان ذنبه

معطوف وفيه حلقة لتعليق سلسلة الطرجهار وهو من نحو ثلثه من جهة
الذنب مخروش وهو على محور يميل الى الاعلى والاسفل بحيث اذا كان
ذنبه مثقلا ارتفع راسه الى جهة البازيين واذا انثقل راسه مال

وهذه صورته ٥ تتمة في كيفية تركيب

هذه الاصول يعمل منه فيل



من نحاس محكم الصنعة وظهره مفتوح
وعليه طابقة محكمة ويملا نصف بطنه
ماء ويوضع الطرجهار فوق الماء مثبتا
من جانبه بسلسله في جانب الفيل وفي
الجانب المقابل له سلسله مثبتة فيه
متصله بذنب الثعبان بحيث انه اذا غرق الطرجهار يرتفع راس الثعبان
ثم يركب البكرة التي عليها الكاتب بحيث يكون ثقالها الكبير في جوف
الطرجهار والاخر خارج عنه ويوضع الكاتب مثبتا على محورها
ثم تعمل طارة من النحاس كشفة صحن وتثبت حوله مقسومه باقسام
الساعة بحيث يبقى الكاتب في وسطها واصبعه على اول قسم من
اقسامها ويوضع ميزاب البنادق مسلطا وخيطه الجامع متصلا
بالطرجهار بحيث يجذبه اذا غرق ويكون فيه اربعه وعشرون بندقه

وامامه المشقص يحاذي باحد الثقبين الذين فيه لفم الميزاب بحيث انه
اذا امال الى الجهة الاخرى يحاذي الثقب الاخر ويكون الشخص موضوعا امام المشقص
مركبا على محور في اسفله يميل يمنة ويسرة وكل واحد من يديه محاذية لراس
بازي فاذا مال يمينا نزلت يده على منقار البازي الايمن وارتفعت عن منقار
الايسر واذا مال يسارا نزلت على راس الايسر وارتفعت عن راس الايمن
ويكون احد كتفيه متصلا بزر في احدى قصبتي المشقص بحيث يميل بميله
وتحت كل طرف من اطراف المشقص بازي مفتوح اعلى راسه بقدر البندق
بحيث اذا وقع البندق فيه جرى وبرز من منقاره ووقع في فم الثعبان حرك
الفيال على رقبة الفيل بحيث يكون الكفة المحركة ليده تحت فم الثعبان حتى
انه اذا سقط البندق من فيه وقع فيها فمن الواضح المعلوم انه اذا انزلت
الطرجهار شيا فشيا تبعه ثقال الكاتب لكونه في وسطه فيدور الكاتب
على الاقسام شيا فشيا حتى يتم الدورة ويغرق الطرجهار ويجذب خيط
الميزاب فتنفتح الصفيحة وتقع بندقة في المشقص فيميل وتجري البندقة
حتى تقع في فم البازي ويميل بميله الشخص كما تقدم وتجري البندقة من منقار
البازي وتسقط في فم الثعبان فيميل راسه لثقلها الى ان تقع البندقة في
كفة الفيال فتميل الكفة وتقع يده بالفاس على راس الفيل ويميل ما تقع البندقة
فترتفع يده فتبليه لما اذا وقع البندق في فم الثعبان ومال ارتفع ذنبه وقرع

حافة الطرجهار من الما وطرفها مشدود في طرف الفيل ثم يمسك جميع ما فيه
من الما ثم اذا وقع البندق من فم الغراب في ... عاد راسه الى العلو عاد الطرجهار
ولصعود الطرجهار ايضا ترتفع الثقالة الكبيرة فيجذب الصغيرة البكرة
بالخلاف فيعود الكاتب دفعة واحدة الى اول الاقسام ويبتدي بالابتداء
على اقسام الساعة شيئا فشيئا واذا مضى الدور ونفرغ ميزان الماء وتعاد له
الحركة كما مر

وهو صفيحة مركبة على

كون فيها دائرة نصفها الاعلى مقسوم باثني عشر قسما في كل قسم منها

ثقب دائرة مخروقة اذا مضى من النهار ساعة تلونت اول طاقة

منها بالحمرة وظهر منها بالرقم واحد ثم في الساعة الثانية تتلون الثانية

وفي الثالثة تتلون الثالثة الى تمام اثني عشر ساعة تكون متلونة كلها بالحمرة

فيعلم انقضا ساعات النهار ثم اذا مضى من الليل ساعة تلونت

الاولى بالسواد ثم في الساعة الثانية تتلون الثانية ثم في الثالثة

تتلون الثالثة الى تمام الاثني عشر ساعة الليلية تكون الاثني عشر كلها

متلونة بالسواد وهذا الامر ظاهر في كون الشمس في الاعتدال

في تساوي الليل والنهار واما في زيادة النهار فان كانت ساعة

ظهرت ساعة من الليلية فيعلم ان هذه الساعة كان من حقها

ان تكون ليلا في الاعتدال واما في نقص النهار اذا كان ساعة ايضا

ودخلت ساعة من الليل وبرزت ساعة نهارية حمرا علم ان هذه

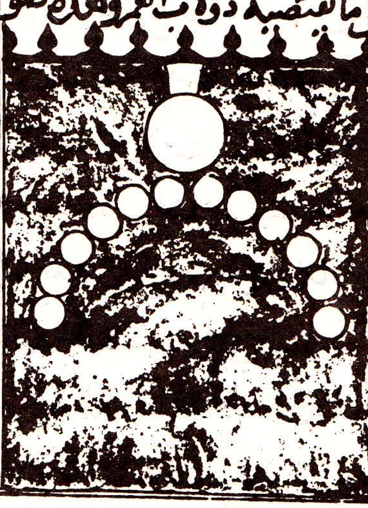
الساعة كان من حقها ان تكون نهارا في الاعتدال و

لصحة ذلك الارقام التي عليها بحيث انها اذا ابتدات من وقت ما

بساعة ظهر رقم الواحد وفي الثانية ظهر رقم الاثنين وفي الثالثة

ظهر رقم الثلاثة فاذا عادت الى الوقت الذي ابتدات منه ظهر

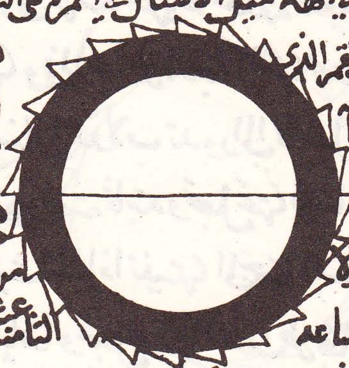
رقم الاربعة وعشرين ساعة النهارية والليلية وما علا هذه الدائرة
خرق مستدير وفوقه خرق مربع مستور بالسواد في محاق الشهر فاذا
اهل ظهر منه شكل الهلال الابيض ومن الخرق المربع رقم واحد اشارة
الى مضي يوم من الشهر العربي ولا يزال ياخذ في الزيادة الى ان يصير
بدرا ثم يتناقص كما تقرر في حق القمر وطريق ذلك ان تعمد الى صفيحة
مربعة من النحاس الاصفر طولها مقدار ونصف من عرضها وفي ثلثها
الاسفل دائرة مقسوم نصفها الاعلى باثني عشر قسما متساوية وتعلم
كل قسم بدائرة صغيرة وتخرقها وتكتب على راس القطر من الجهة اليمنى
مغرب وعلى مقابله مشرق ثم تخرق في المثلث الاعلى وسطه خرقا
مستديرا وفوقه خرقا مربعا على ما تقتضيه دولاب القمر وهذه صورته



ثم تعمل دولابا اخر من النحاس
وتفرض في محيطه اربعة وعشرين
سنا متساوية بحيث تكون
زيادته على الدائرة بقدر الاسنان
فقط وتقسمه بنصفين يجعل النصف
الاعلى مموها بالسواد والاسفل
مموها بالحمرة وتقسمه باربعة وعشرين

قسما

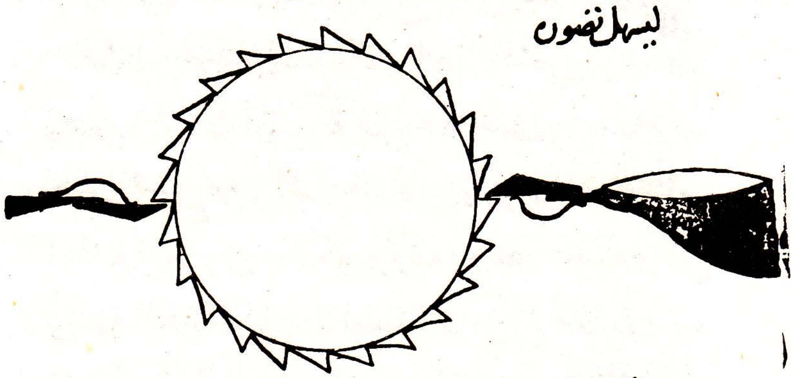
قسما وهمية وتكتب عليها اعدادها من الجهة اليسرى مبتدأ من
واحد الى اربعة وعشرين الى جهة ميل الاسنان في الجمر على التوالي
ثم تصنع دولابا كدولاب القمر الذي
تقدم في حق القمر غير ان اسنانه
تكون متشاربة ويكون في مثل
الدولاب الذي صنعته اولا من
جهة القفا عند محاذاة الساعة الثامنة عشر



سن لطيف بحيث اذا ركب في محله وركب دولاب القمر اكابطرفه
فوقه فاذا دار دورة تامة جذب هذا السن سنا من دولاب القمر
وتخلص منه لكن يجتهد في تحريره جدا بحيث انه اذا جذب سنا
لا يدور من محيطه الا جزءا من تسعة وخمسين جزءا فقط ليظهر من
الخرق كل يوم رقمه لا زايد على ذلك فاذا ركبت هذين الدولابين
في محلهما في قفا الصفيحة وجعلت الخط المشترك من السواد والحمرة
على خط المشرق والمغرب فان الساعات الليلية تكون ظاهرة بجملتها
من الصفيحة فاذا حرك سن منه الى جهة السفل من الجهة الغربية
صعد قسم من الجهة الشرقية فظهرت الساعة الاولى من الخرق الاول
وهكذا الى ان يدور دورة تامة فيحرك سنا من دولاب القمر ويجري

الامر كذلك وحيث يحصل اتقان ذلك فتعمد الى نصف طرجهار
مهندم وفي راسه المخروط معلقة صغيرة بحيث انه اذا امتلى جرى
الماء اليها وفي راسها نهمادجه راسها محدد محكم على قدر بياض
سن من اسنان الدولاب تدور الى الاسفل واذا ارتفعت وانتصبت
مستقيمه وقفت ثابته وتجعل تحتها قوسا لطيفا جدا من شريط
مصلب بحيث انك اذا ثنيتها الى الجهة السفلى واطلقتها انتصبت
بنفسها ايا ما وتجعل هذا النصف طرجهارا على محورين متقابلين
في جنبيه بحيث انه اذا كان فارغا جلس موازيا للافق واذا ملي
بالما بحيث جرى الى المعلقة وامتلات ايضا بالماء ثقلت
فمالت الى ان يفرغ جميع ما فيه من الماء ثم يعود موازنه بنفسه
فانه اذا كان الامر كذلك وكان الماء الذي يقطر يملاه في ساعة مستويه
بالتحرير وكانت نهمادجه بين الاسنان فانه اذا امضت ساعة
وثقل النصف طرجهار ومال الجذب سنا فظهر من مقابله ساعه ثم
اذا عاد تنثني النهمادجه الى ان يجلس ويتخلص من السن الذي فوقه
وتركبه فان خشيت انها اذا عادت النهمادجه صاعدة يرجع
الدولاب فاجعل نهمادجة اخرى بقوس لطيف ايضا في الصفيحه
في الجهة المقابلة له بحيث انه اذا دار الى جهة التوالي ما الصف

وَاذا ادير بخلاف التوالى منعته وهذه صورة ذلك مع الدولاب
ليسهل تصوره



واذا انتهيت الى هنا وَركبت هذه الصفيحة على كوة بمقدارها
واحكمت هذه الدواليب فى قفاها جعلت فوق النصف طرجهار
حوضا من الماء وفى اسفله ثقب فوقه يحكم محرر بحيث انه يملاها
فى ساعة حصل المقصود

الفصل الثالث

فى عمل شكام السراج وهذه الة لطيفة وتوقيتها امر تقريبى
وهو علبة من النحاس مغطاة بصفيحة مقسوم محيطها باثنى عشر
ساعة وفوقها شخص جالس بيده قلم وباسفلها انبوب كانف السراج
وفيه فتيلة وزيت اذا اشعلت الفتيلة ومضى من شعلها ساعة
تحرك الشخص على ساعة وَلا يزال يدور الى فراغ الاثنى عشر ساعة
وطريق عمله ان تعمد الى صفيحة من النحاس الاصفر فتلفها كهيئة علبة

وتلحمه وتجعل لها غطاً محكما وتلحمه عليه لحاما يمنع خروج النفس
ثم تخرقه من وسطه وتركب على الخرق قصبة في وسط البنكام طولها على
الا مقدار عرض نصف اصبع او اكثر على حسب المقتضى وكبر البنكام
وصغره وتلحمه لحاما وثيقا ثم تجعل له غطا سفليا وفي جانبه ميزاب
كانف السراج وقبل تركيب اسفله تعمل سهما على طول البنكام
او ازيد يسيرا وفي اسفله بكرة وتركبه في وسط القصبة وتعمل
في شفة البكرة العليا خيطا لطيفا اخذا الى بكرة صغيرة في جنب
البنكام من داخل وصاعدا الى بكرة في اعلاه ومنعطفا الى الاسفل
وتعلق فيه عوامة صغيرة تمكن ان تعوم على الزيت اذا وضعت
وتفتل البكرة حتى يلتف عليها الخيط وترتفع العوامة الى الاعلى ثم
تعمل خيطا اخر في مقابلة ذلك الخيط في شفة البكرة السفلى وناخذه
الى بكرة صغيرة بحذائه ايضا ثم الى بكرة صغيرة عليا ايضا وتضع فيه
ثقالة رصاص قدر ربع ثقل العوامة وتعمل في وسط الطابقة السفلى
قطبا وتركب السهم فيه بحيث يدور سلسا من غير تعويق وتلحم
الطابقة على البنكام لحاما مضبوطا ثم تبخش اسفل البنكام
من وسط الانف بخشا صغيرا ثم تدير دائرة حول السهم في الغطا
وتقسمها باثني عشر قسما وتركب الشخص على السهم مثبتا فيه بحيث

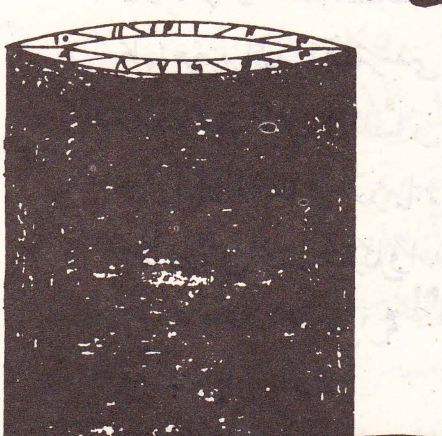
از

بيا الشعر هم

٣ ٢

ان العوامة اذا كانت في اسفل البنكام كانت على اول الاقسام
واذا امليء بالزيت رجعت دوره كاملة بالمقابلة الصغيرة
وصار قلمه ايضا على اول الاقسام فيملاه بالزيت وتضع فيه
فتيلة وتشعلها وتختبره بالبنكام الرملي فان الزيت ما دام غامرا
للبجتين لا ينزل لضرورة الخلا واذا امتصت الفتيلة الزيت نزل
شيئا فشيئا فتنزل العوامه وتدور بها الكاتب فلا تزال تجرب
على البنكام بتوسيع المخنق وتضييقه او تحرك الفتيلة او دقتها
حتى يقارب دوره على كل جزء ساعة وهذه صورته

الفصل الرابع في عمل بنكام رملي



يسقط رمله على مقدار
ساعه فان اردت جعلته
يسقط على مقدار عشر درج
او خمسة او درجة من
غير فلك له ولا تغييره
وطريقه ان تعمد الى دجاجتين
متساويتين لطيفتين وتملا احداهما من الرمل الاسكندري المصول

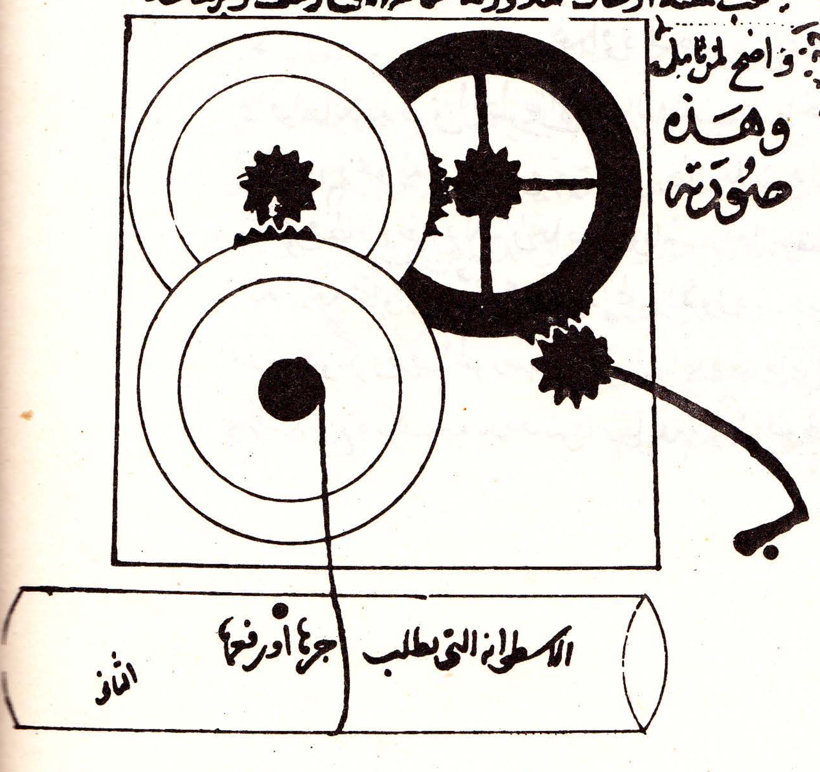
المطوق الاشيا يسيرا على العاده ونأخذ فلسا من النحاس
قدر فيها وندير فيه دائرة في وسطه ونثقب في جنبه من احد جانب
تلك الدائرة ثقبا ونحرر ان يسقط منه ذلك الرمل في مقدار
ساعه ونسده بشمعه ونثقب في جنبه ثقبا اخر محررا لذلك الرمل
على عشر درج ثم ثقبا اخر محررا على مقدار خمسه درج ثم ثقبا اخر
محررا على مقدار درجه ثم نضع ذلك الفلس على فم الزجاجة ونلصقه
فيها باللصاق المحكم المعروف بلصاق المقيرات ثم نعمل فلسا اخر
وندير فيه دائرة كالاولى ونثقب في جانب منها ثقبا قدر الثقب
الذي يسقط منه درجه او ازيد شي يسير ونملا الزجاجة برملها
ونركبه عليها ونلصقه محكما ايضا ثم نركب الواحده على الاخرى ونلف
عليها خرقة من الهرمزي تستر شفتي الزجاجتين ونشغلها بخيط
ونريح ونلبسها من هذا اللصاق شيا له جرم وندعه حتى ينشف
بحيث انك اذا فتلت احدهما يمنه والاخرى يسره دارت دورا
محكما وكاذي الثقب الكبير كل واحد من الاثقاب التي ثقبتها فيما بين الا[illegible]
بعينه ولهذه صوره [illegible]
اقول من نظر في اصول
هذه الحركات امكنه

تعريع انواع كثيرة من الالات تلعب غير ان اعظم ما عمل من الحركات
للمبقات هو الساعات اليونانية التي تدور بالدواليب
المبنية على اصول جر الاثقال وتناسب حركاتها وخصوصا
اذا كانت دواليب ضادات ذات اربعة او خمسة لفقة حبل والتي
تدور ما انتقال الغصن الحبل اقوى بنا سبا من التي تدور بالصفيحة
وانما لم اذكرها في هذا المؤلف لاستهار لعذر المشترك من
تلك الالة من الناس كثيرا واما غوامض تلك وتشعب طرائقها و الفنها
فيها وما يترتب على ذلك من الحركات العجيبة فامر كبير جدا
يحتاج الى مؤلف مستقل والغرض من هذا المؤلف اللطيف كما تقدم
ذكر غرائب الالات والله الموفق

وللحكماء في ذلك طرق شتى اعظمها
واقواها ثلاثة طرق الطريق الاول بالدواليب المتداخلة
الاسنان وهو اله يجر بها بقوة تجر خمسة ارطال تقلا زنته احد
وثلاثون قنطارا وطريق ذلك ان تعمل صندوقا مربعا متقنا وتعمل
فيه اربعة محاور عرضية وفي وسط المحور الاول دولاب يحتد باثني
عشر سنا ويكون طرف المحور منهما من الجهة الواحدة خارجا من الصندوق
وراسه مربع ومركب فيه يد تقبض فيها ثم على يدها ويكون طولها خمسة

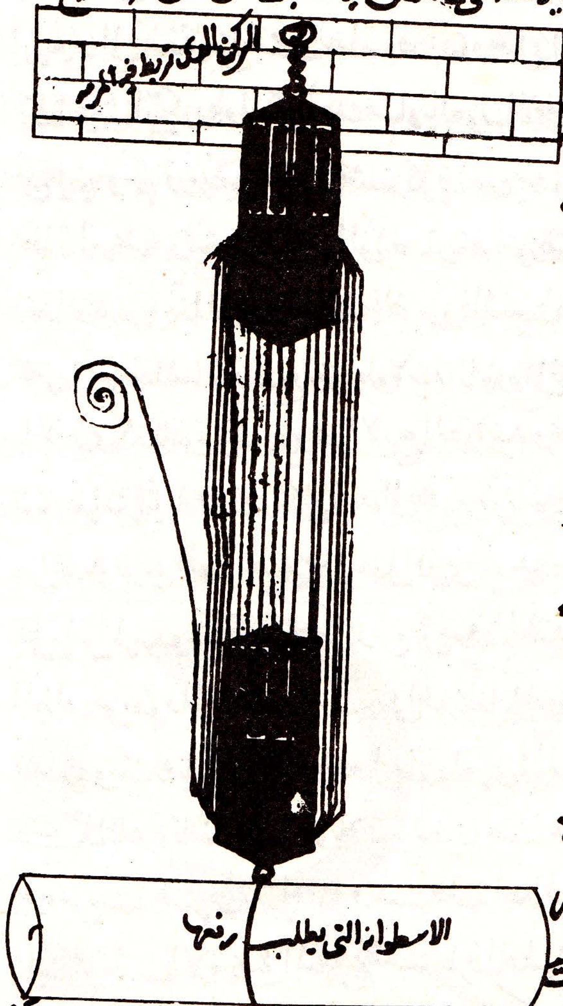
امثال نصف قطر الدندانجة غير المقبض وفي المحور الثاني
دولاب مقسوم بستين سنا موضعة على اسنان الدندانجة الاولى
وفيه دندانجه كالاولى ومركبة على المحور الثالث دولاب
كالثاني موقع عليها على المحور الرابع كذلك وهذا المحور يخرج الدندانجه
وفي جانبه رزة تربط القلس فيها واذا ادير يلتف الحبل عليه فمن المعلوم
ان اليد اذا ادارت حركت اسنان الدندانجة الدولاب الاول
فحركت دندانجته اسنان الدولاب الثاني فحركت دندانجته
اسنان الدولاب الثالث فالتف القلس على محور ورفع بحركة
يسيرة خمسة ارطال ثقلا وزنه ثلاثة الاف رطل وبرهانه
واضح لمن تامله

وهذه صورته



الثانى بتعداد البكر وتمشية الخيط الجاذب فيها وذلك
ان تعمد الى قطعة من الخشب الصلب فتربعها وتعمل واحدة اخرى
مثلها بحيث ان يكون طول كل واحدة مساويا لطول الاخرى وكل
من عرضها وسمكها قدر نصف الطول ثم تقسم كل واحد منهما نصفين
بخط داير عليها وتنقر فى النصف الواحد اربعة نقور طولانيه فى
احد الوجهين نافذا الى الوجه الاخر بالتحرير وفى النصف الاخر بالخلاف
تنقر من الوجه الساذج اربع نقور طولانية نافذه الى نظيره وتفعل
بالاخرى كذلك ثم تكسر حروفها الاربع الطولانيه وتحز كل واحد
منها حفرا ميزابيا نافذا دايرا كل واحد الى نظيره وتاخذ حلقه
من الحديد قويه اللحام تطيق حمل الثقل الذى تريد شيله وتضعها
على راس المرمه وتاخذ حبلا تديره من جوف الحلقه فى الحفر
الميزابى حتى يعود الى الحلقه وتنزل به فى الحفر المقابل له وتعيده الى
الحلقه وتقيده بالربط عليها وتفعل بحلقه اخرى فى المرمة الاخرى
كذلك ثم تاخذ قلسا طويلا قويا لطيفا بحيث يسوى على رفع
جزء من ستة عشر جزءا من المثقل وتثبت بحلقة احد المرمتين فى ركن
ثابت وتثبت الاخرى فى المثقل ثم تنشط طرف القلس فى المرمة الثانيه
وتدخل طرفه الاخر من بكرة من المرمة الثابته فى المركز وتجره وتدخل

به من نظيرتها التي في المثقل وتجري الحبل الى ان ينتهي بامتلا جميع البكر



بالفلس فان
المحملة يعني
الداخل من
البكر الاخيرة
اذا جذبته
بقوة جزء
خمسة ارطال
وشيا يسيرا
من رطل يجر
حراك ثقلا
زنته ثمانون
رطلا ه
وهذه
صورته
فاذا اردت

ان تشيل بهذه القوة ضعف ذلك وهو مائة وستون فاما ان تعمل مرة

بكرها

بكرها ضعف هذه او مرتين اخريين كما تين واذا انتهى القلس من هذه
المرتبة يدخل في بكرا الاخرى الى انتهائها وهذه امور نسبية
كلما ضوعفت تضاعفت حركتها حتى انه يمكن ان يتصور بهذه القوه
جذب الف قنطار كما من عليه في كتب جر الاثقال المطول والله الموفق

الطريق الثالث الجر باللولب

وهذه الالة تستعمل في جر الاثقال وفي عصر القصب والعنب ايضا
والزيتون وهي تكبس بالثقل اللطيف اضعافه من الثقل على قدر
نسبة مسافة دور الحلزون الى طوله عامته والله تعالى هو الموفق والمعين

الباب الثالث في حيل اخراج الما الى جهة العلو

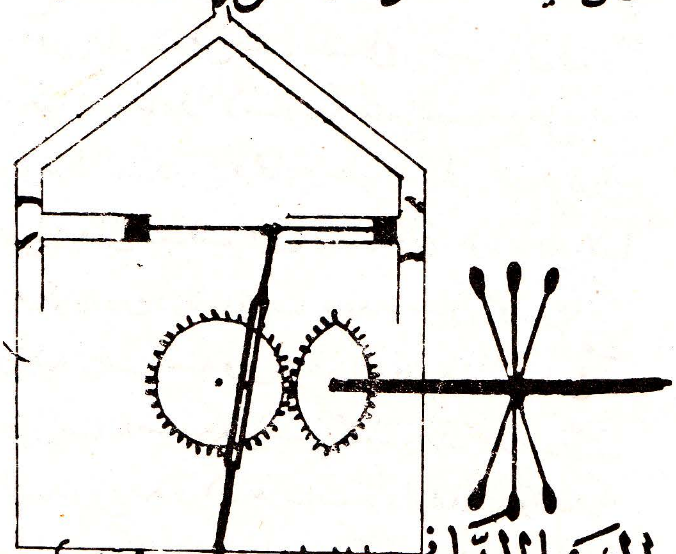
في هذا الباب فصول الفصل الاول وفي الة موضوعة في
صندوق على وجه الماء وما على الصندوق قصبة بارزة الى جهة
العلو حسب ما تختار وبجانب هذا الصندوق دولاب اذا حرك
هذا الدولاب صعد الماء من تلك القصبة متتابعا وهي من الطرائق
اللطيفة في فنها وطريق ذلك ان تعمد الى قصبتين من النحاس معطوفتي
الراس بحيث انه اذا وضعت كل واحدة في ركن من اركان الصندوق
التقى راساهما ثم تخرق كل واحدة منهما في وسطها ويكون قد وضعت
في جوف كل واحدة منهما فوق الخرق وتحته افريزا يطبق عليه غطا

من النحاس محكم وفي اسفله جلدة مقلبة بحيث انه اذا ضوي لا يسيل الماء
منه البتة فاذا اتممت ذلك وهيئته فركب على كل حرف من ذلك
قصبة قائمة على كل من القصبتين ويكون جوفهما في غاية الملاسة
والضبط وتلحمه لحاما محكما ويكون طول كل قصبة ثلث ما بين القصبتين من
من المسافة فاذا اتقنت ذلك اثبت كل واحد من القصبتين المعقودتين
في ركن من اركان الصندوق بارز طرفها من اسفل شيئا يسيرا ثم خرق
خرقتها فيه وراسها منتهيان في اعلا الصندوق ثم تعمل سهمين من
الحديد طول كل واحد منهما طول القصبة وفي طرفه الواحد زر وفي
الطرف الاخر فلسان من صفيحة ملحومان في راس كل منهما المقابل للزر
بينهما مقدار عرض اصبع فيه ويكون دور الكرة مقدار ما يدخل في
القصبة بسهولة ثم تلف على كل من الكرتين خيط قنب مرطبا بالشحم من
محكما بحيث انه اذا ادخل القصبة لم يكن بينهما فرجة اصلا فمن الواضح
انه اذا ادخل كل واحد من السهمين في قصبته وجمعت زريهما
وربطتهما فانك اذا دخلت باحدهما خرج الاخر واذا دخلته خرج
الاخر ومن الواضح ايضا ان الصندوق اذا وضع على وجه الماء وحرك
السهمين يمنة ويسرة طلع الماء في كل من القصبتين لان السهم الواحد
اذا دخل طرد الهواء من الغطاء الفوقاني ضرورة واذا خرج انطبق

فلا يقدر الهوآء على العود فيجذب المآء ضرورة الخلا ثم اذا دخل دفعه
تنطبق السفلى ولا يقدر على العود فيصعد من الطابقة العليا
ويجري هكذا في دخوله وخروجه في القصبة ومما علم انه اذا تحرك
هذا السهم تحرك رفيقه بالتبادل فاذا خرج هذا دخل هذا وحيث
اتضح الامر في ذلك كما ينبغي

وهو ان تعمل دولابا من الخشب الصلب على محور مثبت فيه في الجهة الواحدة
ويكون قطر ما عدا الاسنان بقدر ما بين القصبتين وتعمل عارضة
في وسط الصندوق وتخرقها في وسطها قدر المحور بحيث ان الدولاب
ينزل فيه الى قطب تحت الخرق فاذا دار دورة رحوية ثم تعمل دولابا كان هو
اخر يكون دون دولابنا واسنانه بقدر اسنان الاول وتعمل له محور
وتركبه في جنب الصندوق على عضادة قائمة في الصندوق بحيث
يكون اسنانه مشتبكة في اسنان الاول وطرف محوره بارز من
الصندوق وفيه دولاب بفراشات اذا دار هذا الدولاب بحركة
حيوان او مآء دار الذي على محوره بدورة فادار باسنانه
الدولاب الرحوي القائم في وسط الصندوق فجنبه تعمل
سهما طويلا طوله من القطر المقابل للقطر الذي فيه القصبتين
اليهما ويكون مشقوقا منه طولا ما يقابل قطر الدولاب الرحوي

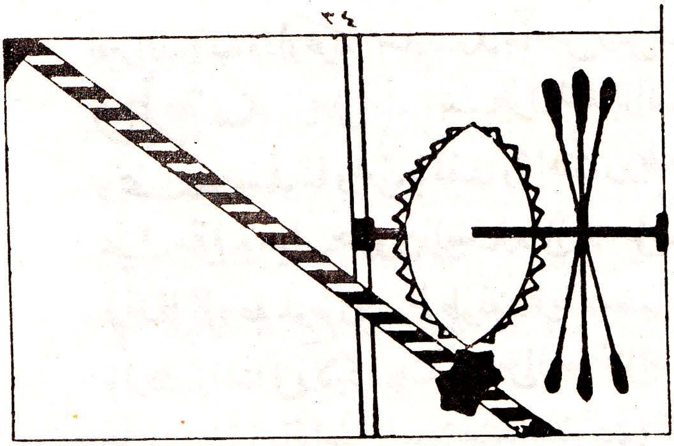
وتثبت طرفه في نصف القطر المقابل في رزة بحيث يتحرك يمنة ويسرة
ويثبت طرفه الاخر في رزة في السهمين وتسمر سنا في سطحه داخلا في
شق السهم الطويل بحيث انه اذا دار دورة كاملة تحرك السهم يمنة
ويسرة فيتحرك السهمان داخلا وخارجا فيجيء الماء حتى يسكب في
الحوض الذي اعدد ته له وهذه صورة ذلك جميعه



الفصل الثاني

في آلة اخري وهي سهم مجوف
طرفه في الماء وطرفه في جهة العلو مائل ومركب في اسفله فوق الماء
نحو دراع دولاب صغير كالدنداجة ومركب على هذا الدنداجة
دولاب كبير بحيث انه اذا ادير دورة دار السهم عشرة دورات فاذا

ادير الدولاب ودار بحركة السهم صعد الماء من راس السهم ٥
وطريقه ان يعمل سهما من الخشب طول المقدار الذي تريد
وتنحته مسدسا وتحززه بالمنشار والمنقار وجها وجها
بحيث يبقى فيه ميزاب حلزوني من اسفله الى اعلاه على نسبة واحدة
ثم تغطي كل وجه بلوح رقيق على طوله وعرضه مضبوط عليه
بالزفت والمسامير ولا يكون بينه وبين الوجه خلل اصلا ثم تركب
عليه دندانجة عدة اسنانها مثلا ستة اسنان وفي طرفه
الاعلى والاسفل محوران من الحديد محكمان ثم تعمل دولابا كبيرا
عدة اسنانه بهذه النسبة ستون بحيث يكون اسنانه موافقه
لاسنان الاولى وتعمل له محورا وتضعه على عضادتين
بحذاء الدندانجة بحيث تشتبك اسنانه في اسنانها ويكون على
محوره ايضا دولاب اخر بغراف فاذا ادير ودار بحركته
المركب على سهمه اذا دار الدندانجة المذكورة فدارها السهم
بشرط ان يكون دوره السهم عكس دور الحلزون
فاذا دار بالسرعة صعد الماء صعودا دوريا حلزونيا
الى ان يصل الى الاعلى ويسكن في الحوض الذي اعددته
له، وهذه صورته

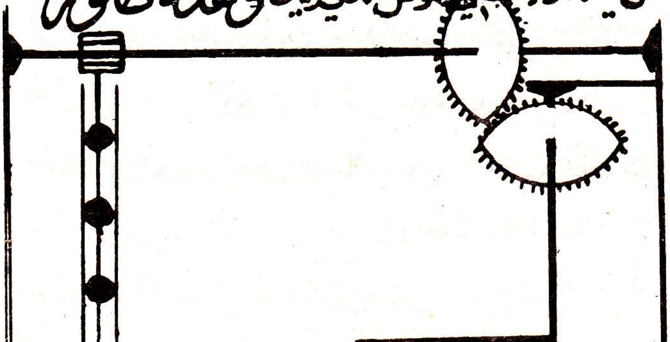


الفصل الثالث في آلة اخرى وهى سهم طويل مجوف قائم
في الماء قدر شبر منه وفوقه سهم معترض مركب في عضادتين
متقابلتين بمحورين من الحديد موضوعه وفي طرف ذلك السهم
دولاب قفصي فوق القصبة ودولاب اخر في طرفه الاخر وسهم
قايم له محوران في طرفيه احدهما في قطب في الارض والاخر في قطب
في راس العضادة في جناح بارز منه وهذا السهم محوشر وفيه
يد طويله قايمة على سطحه لاجل الادارة ثم نعمل دولابا اخر قفصيا
ونضعه على محور في لبتين تحت القصبة في جوف الماء ثم تاخذ حبلا
من الليف رقيقا وتدخله من جوف القصبة وتعطفه على الدولابين
القفصيين وتصل طرفه الواحد بالطرف الاخر بحيث لا يكون

ويكون بين [illegible]

مشدودا

مشدودا ولا مرخيا فوق القدر المطلوب ثم تربط عليه اكرا من
القماش بين كل اكرتين قدر شبر وتكون الاكر محكمة التربيط
والخياطة على الحبل وكل اكرة منها قدر وسط السهم تمشي فيه بسهولة
من غير خلل بينهما وبينه فاذا ادرت هذه اليد بحركة ادمي او
بربط حيوان فيها او بماء مسلط ويكون موضع اليد هيئة دولاب
طاحون الماء ادارت الدولاب الذي في اعلا السهم القايم
فادار دولاب السهم الاعلى النايم فدار بحركته الدولاب المفصص
فجذب حبل الاكر من جوف القصبة فانجذب الماء في خلل الاكر الى
ان يصعد ويسكب في الحوض الذي يريد وهذه صورته

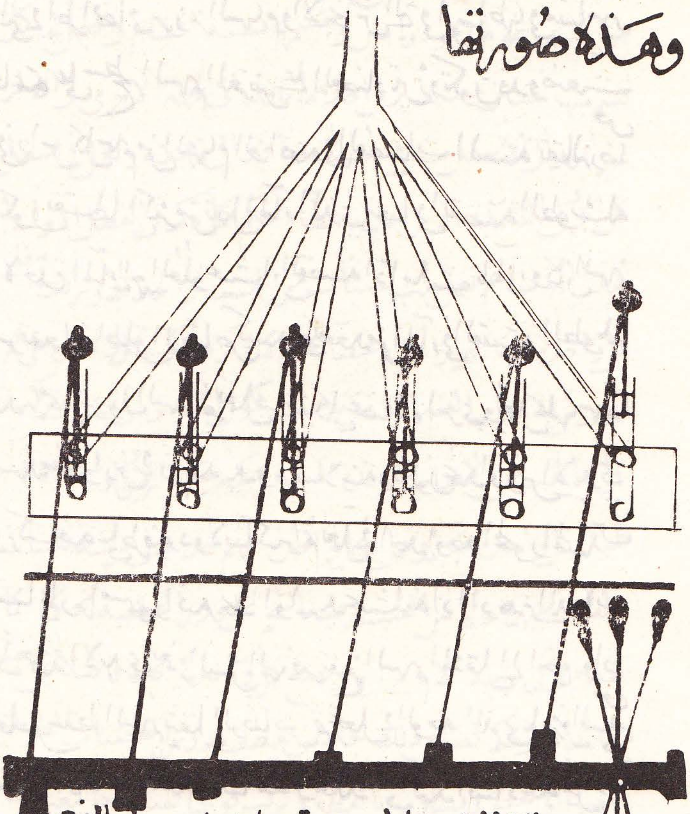


الفصل الرابع في الة اخرى وهو ان ياخذ اسطامة
من الخشب طولها نحو دراعين وتقسمها بستة اقسام ونجعل في كل
قسم منها ثقبين مستديرين احدهما نافذ الى الجهة الاخرى والاخر
غير نافذ الى الاسفل بل منعطف ونافذ الى رفيقه ونعمل في اسفل
كل الخروق النافذة انبوبا عليه غطاء محكم كما ذكر في الفصل الاول في
هذا الباب ثم تعمل ستة قصبات من الخشب او الحديد وتركب في اسفل
كل واحدة منها انبوبا عليه غطاء محكم كما ذكر ونركب كل واحدة على فم
ثقب من الاثقاب الغير النافذة بحيث يكون الانبوب الى تحت ونركب
على كل ثقب من الاثقاب النافذة قصبة محكمة متساوية الرأسين الوسط تجويفا
طول كل واحدة شبر ونعمل لكل واحدة سهم حديد في رأسه فلسان
ملفوف بينهما خيط من القنب مرطب بالشمع على قدر القصبة محكما كما
تقدم وفي راسه الاخر رزة ونضع كل واحد في محله فاضلا عن القصبة
مقدارا ما ونحكم لصاقه ذلك بعد ان نعطف رؤس القصبات الطويلة
بعضها الى بعض ونساويها بالقطع ونركب فوقها قصبة جامعة لها
جميعا قدر ما نختار ان يصل الماء اليه ثم نضع محاذي الاسطامة في
الماء متثبته من جنبيها ونجعل في مقابلة كل راس منها سنادة ونضع
على العضادتين سهما موازيا لرؤس السهام التي في القصب ثم نعمل ستة

ابادي من الحديد مجوشة الوسط والطرف الواحد وتركب الانخاش
التي في اطرافها في ربز السهام والانخاش التي في اوساطها في مسامير
قايمة على سطح السهم المعترض على العضادتين وتكون قد وضعت
في راس كل سهم من السهام الواقعة في القصبات الستة ثقالة رصاص
يكون ثقلها اكثر من ثقل الماء الذي يعبا في القصبة الطويلة
الاخذ الماء الى جهة العلو حيث ان القصبة اذا ملئت بالماء وكان السهم
مرتفعا واطلق الرصاص كبسه حتى يصعد من الماء في القصبة الطويلة
قدر محل نزول السهم ثم نعمل قبالة كل عضادة اخرى ونعمل عليها سهما
مسدسا بمحاور في راسه يدور بسلاسة ويكون بحذا روس الايدي
ونركب فيه على طرفه دولابا كبيرا ثم نعمل في احد اوجه المحور المسدس
سنا بارزا مسمورا فيه بحذا اول يد بحيث انه اذا ادير الدولاب
الى جهة الايدي يغمز السن اليد فيرتفع السهم المتصل الى اخره واذا
تخلص سقط السهم بثقل الرصاص ثم نجعل في الوجه الذي يليه من المسدس
سنا اخر محاديا لليد الثالثة وهكذا الى اليد السادسة فمن الواضح
المقرر انه اذا دار الدولاب الى جهة الايدي غمز السن الاول اليد
الاولى فلما صعد السهم جذب الماء لانطباق الغطا واذا انطلق وسقط
ضغطه بثقله فيرتفع في القصبة ومن المعلوم ايضا انه كلما سقطت

واحدة وتخلصت من سنه تعاقبت الاخرى فيتتابع خروج الماء من
القصبة المشتركة وهي من الطرائق المحكمة بل هي اضبط من كل ما تقدم من الطرق

وهذه صورتها



ولا يخفى ان عملها بستة قصبات ليس بامر لازم
فيجوز بقصبة واحدة ويحصل المقصود من خروج الما
الا ان الاولى ان لا تكون باقل من ثلث قصبات ليتناسب خروج
الماء من غير دفق وقد يتم ذلك بقصبتين كما لا يخفى والله اعلم

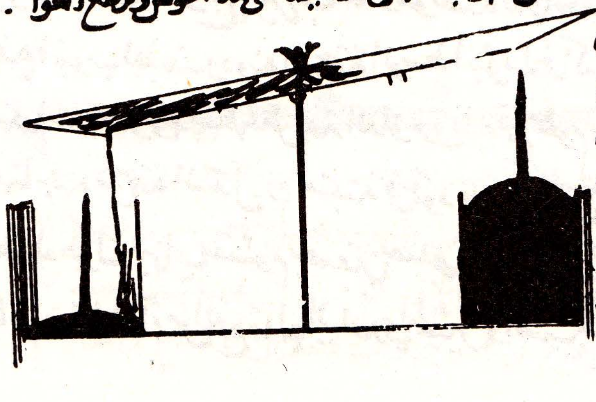
ابدالهم

الباب الرابع في عمل الزمار الدايمة والمنقارات وغير ذلك
من الفوارات المختلفة الاشكال والاوضاع وجميع ما مذكور في هذا
الباب اصول من جملتها **الكفة** وهي النصف طرجهارا الذي ذكره
الفصل الثاني من الباب الاول في بنكام الثاني **العوامة** وهي تعمل
من الخشب اللطيف لتطفو على الماء او من حنظلة يابسة مزفتة من
خارج او ما يشبه ذلك و**الثالث المقلب** وهو قصبة من النحاس
معطوفة كصولجان طويل الراس وهذه صورته



فاذا وضع طرفه الاقصر في اناء وطرفه الاطول
خارج الماء وجذب الماء من الاطول بالمص وسلط
عليه الماء حتى يملأ القصبة الطويلة ويبرز منها
فانه لضرورة الخلا يجتذب جميع ما في الاناء
من الماء بنفسه **الرابع ميزاب الماء** وهو قصبة كل واحد من رأسيها
فيه انبوب لطيف ودونه الى جهة الوسط انبوب اخر اكبر منه
قدر الحاجة وفي وسطها من جهة العلو خرق عليه قمع ملحوم وفي
مقابلته من جهة السفل درز مثبتة في عمود قايم في حوض مستطيل
طوله طول الميزاب مقسوم بنصفين بصفيحة مماسة للعمود
فاذا اسلط الماء من القمع مال الى احدى الجهتين وانصب الماء من

الانبوب الكبير المائل ومن الصغير ايضا فان متيل الى الجهة الاخرى
تسلط الماء من الانبوبين الاخرين لكن كيف نحتال له حتى يميل بحركة من
نفسه الطريق الى ذلك من عدة اوجه الاول بالعوامة وهو ان
تكون تحت كل انبوب من الاخرين حوض وفي وسطه عوامة مثقلة الاسفل
شيا يسيرا او يكون مبسوطة كالرغيف بحيث لا ينقلب وفي وسطها
عصا واقفة فيها لترفع للميزاب اذا ارتفعت العوامة ويقلب ما دون
طرفه الطويل الى الخارج من خرق في اعلى الحوض بحيث لا يمتلى الحوض
حتى ينغمر المقلب بالماء فاذا مال الميزاب وتسلط الماء من انبوبه الكبير
على الجهة التي يعمل عليها الزمر ووقع نزل من الانبوب الصغير الى هذا
الحوض ما يملاه في الزمان الذي قدرناه وبامتلائه ارتفعت العوامة
ورفعت طرف الانبوب فانقلب الى الجهة الاخرى التي انقلبت اليها
وينزل الماء من الانبوب المقابل لهذا ايضا حتى يملا الحوض وترتفع العوامة
فتقلبه
الى الجهة
الاخرى
وهذه
صورته



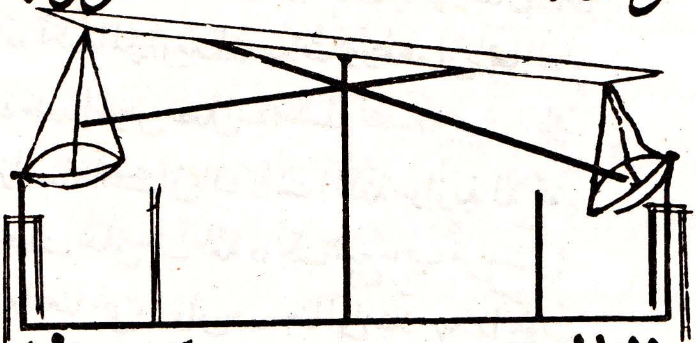
الثاني

الثاني بالكفات وهوان يعمل في طرفي الميزاب حلقتان وفي كل
حلقة كفة تكفة الميزان معلقة بثلاث خيوط غير ان طرفها الذي
من جهة حافة الحوض متصل اليه بسلسلة لطيفه بحيث ان طرف
الميزاب اذا كان عاليا كانت الكفة موازية للافق
واذا انحطت تعلق جنب الكفة فانكب جميع ما فيها من الماء
لكن بقي ها هنا شي وهو ان احتياجنا الى امتلائها انما يكون
عند استوائها وهو لا يكون الا بارتفاع الطرف الذي في جهتها
فمن ان ينصب اليها الماء

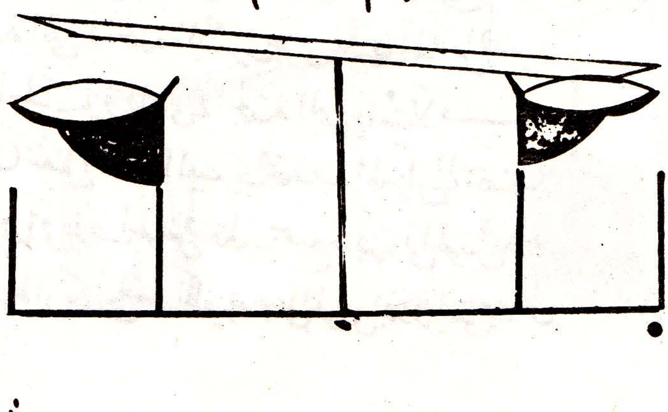
الطريق الى ذلك

ان تعمل على الانبوب الصغير المقابل للكفة
وهو المنخفض قصبة لطيفة ممتدة الى جهة تلك الكفة
مسلطة عليها ومن الاخرى انبوب اخر مسلط
على الاخرى بحيث ان الماء اذا تسلط الى جهة اليمين واستوت
الكفة التي في الجهة اليسرى جرى عليها الماء من القصبة
التي على الخرق الذي في الجهة اليمنى فامتلات
وبامتلائها تثقل الكفة اليسرى فتجذب الميزان الى جهتها
وتتعلق طرفها في طرف الحوض فتنقلب جميع ما فيها في الحوض فتجدد
المنقلب بشرط ان يكون ما تصبه الكفة قد جعل الحوض بقدره ليملى وتتغطى ...... المقلب

وهذه صورته



الثالث يا لنصف طرجهار وهو ان يكون تحت كل طرف
من طرفي الميزاب نصف طرجهار مركب على محور وطرفه المقطوع
له سن مائل الى تحته انه اذا امتلاء من الماء المسلط عليه من الانبوب
كما ذكر في الوجه الاول انقلب وما نقلا به يرفع السن والميزاب
فينقلب الى الجهة الاخرى وينسكب ماء النصف طرجهار الى الارض
فيملاء فيجذب به المقلب ويدوم ذلك ما دام الماء جاريا وهذه صورته

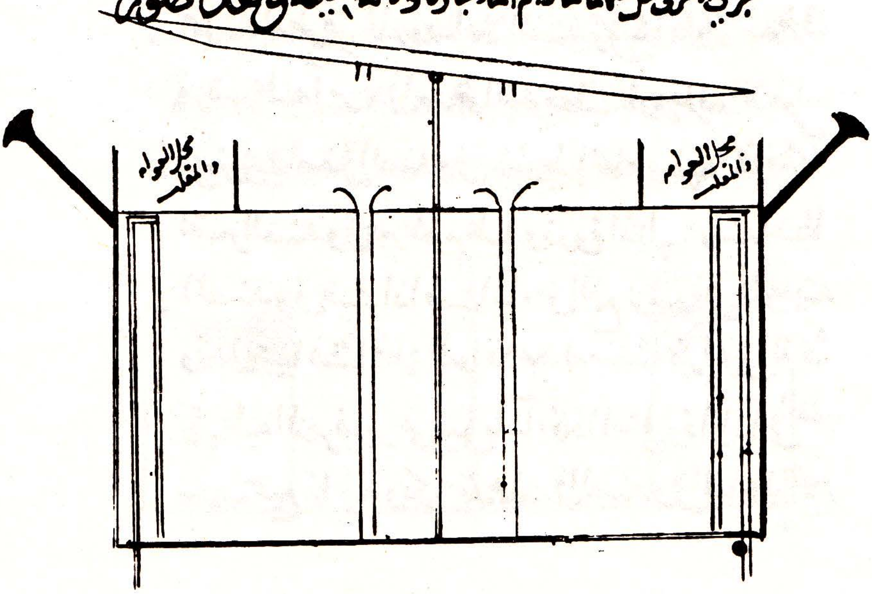


خاتمة لهذه المقدمة

ينبغي لمن اراد احكام هذا الميزاب ان يركب في اسفله جعبة فيها
بندق بعدها من حيث انه اذا امال الميزاب ما لتنجري البندق الي
فيها فتقبلها وحيث علمت هذه الاصول وتقررت فلنشرع
في كيفية عمل الالات المترتبة عليها وهي قسمان فالقسم الاول
في الزمر الدايم والنقارات وفيه ثلاث الات فالالة الاولى
التي يخرج منها زمر دايم وطريقه ان نعمل صندوقين من النحاس وعلي
كل واحد منهما قمع لينصب الماء منه وقصبة القمع ملحومة علي
الصندوق لحاما متقنا ملتحق في جوف الصندوق الي اسفله
مماسة له من غير لحام وباعلا الصندوق في احد جوانبه خرق
مركب عليه زمر وفي احد جوانبه مقلب بارز طرفه الاطول
من خرق في اسفل الصندوق مضبوط باللحام وطرفه الاقصر مما
لقعر الصندوق غير ملحوم عليه وذروة المقلب مماسة لغطا
الصندوق بحيث اذا صب الماء من القمع نزل وفشي في ارضيته
وتعالى شيا فشيا فطرد الهوا فلا يجد له منفسا غير الخرق الذي
ركب عليه الزمر فيزمر حتي يمتلي ما الماء فاذا امتلي ودار الماء في المقلب
جذب جميع ما فيه ويكون قد عملت في الصندوق المقابلة جميع

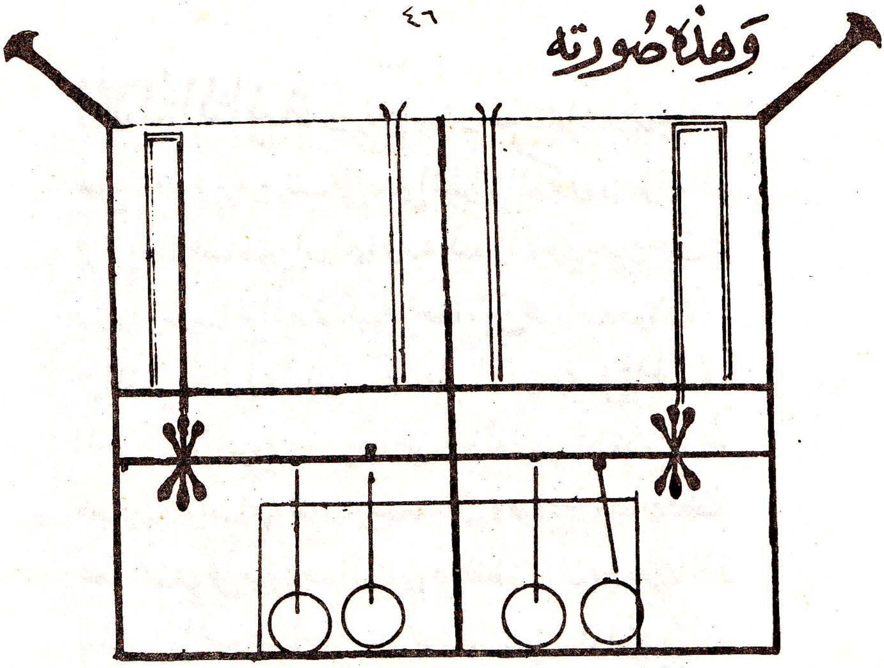
ما في هذا الصندوق وعملت ميزابا من هذه الثلاثة وسلطت
الماء الخارج من كل واحد من انبوبتيه على قعر من اقماع هذين
الصندوقين اما من قريب بان يكون الميزاب فوقهما وهو واضح او من
بعيد بان يصب كل واحد من طرفي الميزاب في حوض ويخرج من كل الحوض مجراة
يتصل بكل من القمعين وجعلت حركة انقلاب الميزاب محرن على امتلاء احد
الصندوقين بحيث انه اذا قارب لامتلاء احدهما تحرك الميزاب ومال
الى الجهة الاخرى ولا يزال الزمر مشغولا بماء الكفة الى ان ينتهي فينقطع
ويكون الميزاب قد صب الماء الى الصندوق الذي انقطع زمره من الماء والكرة
يجري الامر في كل منهما ما دام الماء جاريا والالة عجيبة وهذه صورته

كل منهم



الالة الثانية زمر دايم ايضا ومعه نقارات وطريقتان
تعمل منه وفي زمر مرتب على احدى الطرايق المذكورة ويجعل امام
فم كل مقلب عضادتين احداهما قريبة اليه والاخرى بعيد عنه
بمقدار ما يحتاج اليه ثم نركب على العضادتين محورا فيه دولاب تحت
فم المقلب بحيث انه اذا نزل ماء المقلب اداره ونجعل في الجهة
الطويلة من المحور سنين متقابلين وقبالة المحور قطعة شريط
معترضة وامامها نقارتان منصوبتان وفوق كل نقارة قطعة
عصا ممتد طرفها فوق وجه النقارة على القطعة الشريط وطرفها الاخر
بالقرب من المحور تحت احد السنين بحيث ان المحور اذا ادار به وران
الدولاب الى جهة النقارات كبس كل واحد من السنين طرف عصا
النقارة فارتفع الطرف الاخر واذا اطلقه وقع فحصل المقصود فمن
الواضح المقرر انه اذا مال الميزاب ونزل الماء في احد القمعين
حصل الزمر فاذا عاد الى الجهة الاخرى وخرج الماء من المقلب دارت
النقارات من جهة الزمر الذي يبطل مع الزمر الذي يبدا في العمل واذا
انقطع عمل الاول دارت نقاراته وبدا في الزمر رفيقه فيتصل على هذه
النقارات بزمر هذا وعلى هذه النقارات
بزمر هذا ما دام الماء متصلا والالة سالمة

وهذه صورته

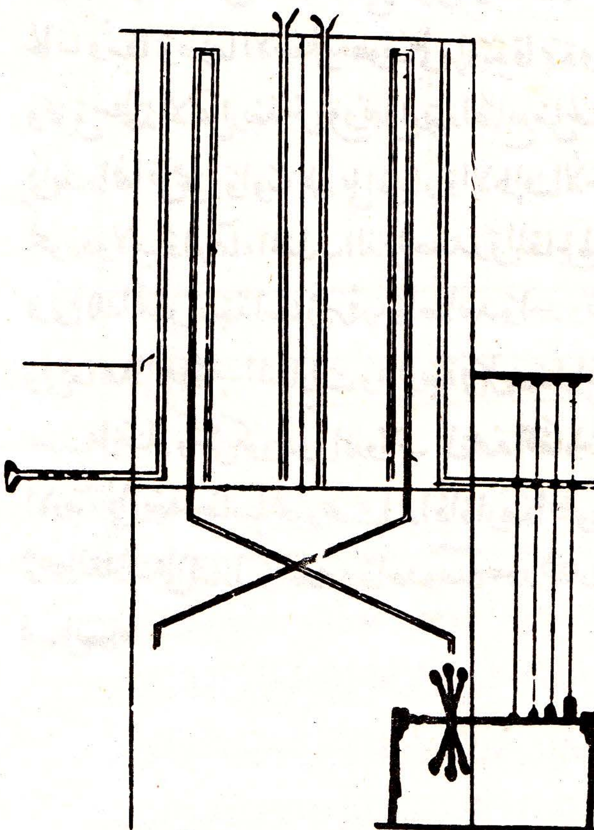


الالة الثالثة زمر دائم ومعه نقارات وتوقيع للزمر
على ايقاع النقارات ۝ وطريقه ان نعمل طريقا من طرايق الزمر الدايم
كما تقدم غير انه ينبغي ان يكون الزمر اسفل لاجل ما يترتب عليه التوقيع
ويكون مآء مقلب الصندوق الايسر مسلط على الايمن في ميزاب
ومآء مقلب الايمن مسلط على الايسر ۝ والطريق الى ان يكون الزمر
في جهة السفل ولا ينكب منه المآء ان نعمل قصبة من النحاس اطول
من الصندوق يسيرا وتخرقها في اسفل الصندوق ونضع فيه

متصلا

متصلا طرفها الاعلى بسطحه الاعلى وتكون ملحومة في الجهة السفلى
لحاما وثيقا وطرفها الاسفل معطوف على زاوية قايمة وفيه زمرة
ويخرق سطحه الاعلى اربعة خروق ونعمل اربعة اصابع من الخشب وتوضع
في اطرافها على محور واوساطها على المزمار والاطراف الاخرى مقابلة
لمحور دولاب دائر بماء المقلب الذي للصندوق المقابل لهذا الصندوق
وفي ذلك المحور اربعة اسنان ترفعها واحدا بعد واحد وتقع في بنفسها
وفي فوقها هذا الدولاب النقارات وهي اربعة في كل جهة او اثنان على
حسب ما يختار ولكن يكون دور الدولاب الى جهة النقارات والاسنان
الاربعة في اربعة اجناب المحور بحيث انه اذا دار هذا المحور حرك الاصابع
وعصي النقارات على التبادل واحدا بعد واحد وهذه صورة النقارات والاصابع
لتسهل تصوره

وحيث تقرر ذلك فهذه صورة جامعة لما ذكر مبينة له وهذه الآلة
من تصورات محرره ولا يخفى على من يعرف الموسيقى توقيع ذلك بما ذكر وما زيد منه



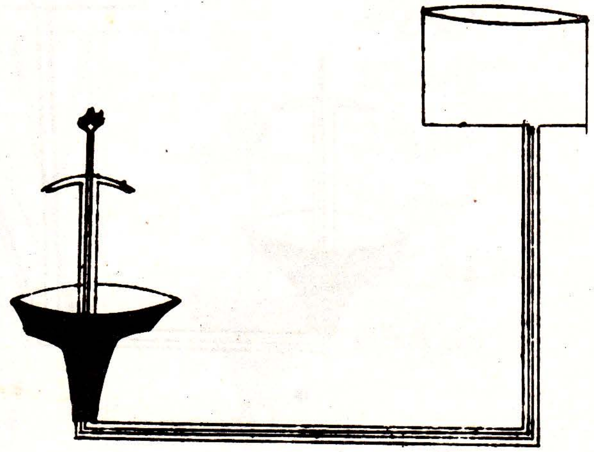
وهذا القدر كاف
في هذا الفن وبهذا
المقدار يمكن عمل الآلات
متعددة مختلفة
الاوضاع والاشكال
بل يمكن توقيتها بالمنكا
بان يكون من ابتداء عمل
احد الزهرين الى انتهائه
وابتداء الاخر في العمل
ساعة او اقل او
اكثر والله تعالى
هو الهادي الى سبيل
الرشاد وعليه الاعتماد

القسم الثاني من هذا الباب في الفوارات وفيه اربع منها الاولى

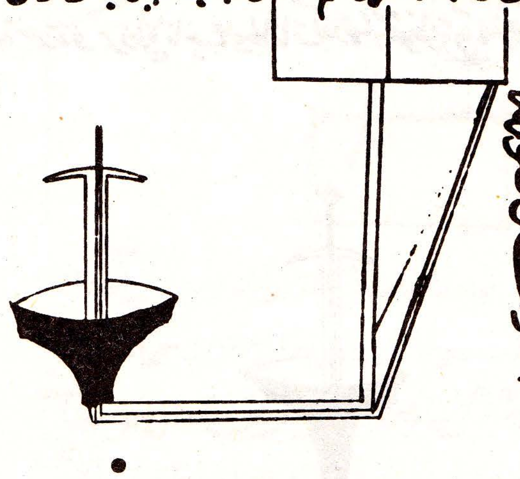
فوارة يبرز منها ثلاث صولجانات متفرقة الى الثلاث جهات وخيمة
تحت الصولجان منفرشة في سائر جهاته وطريق ذلك ان تعمل حوضا لطيفا
ونخرق اسفله ونضع في هذا الخرق قصبة ثخينة اخذة تحت الارض

بيلن
تم تعمل

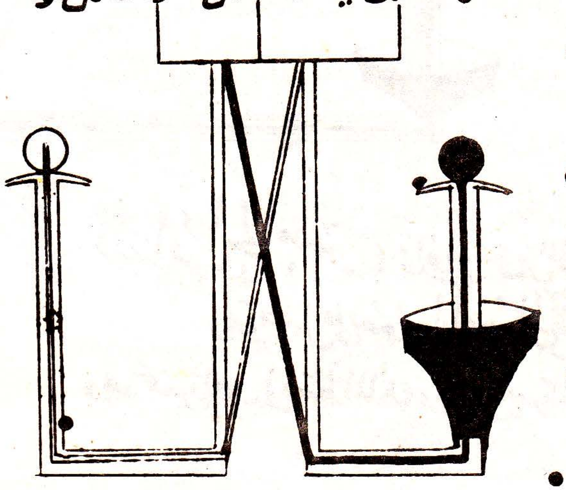
وفي وسطها قصبة اخرى محكمة اللحام حتى يبرز منها نوفرة في وسط البركة
ويكون القصبة الصغيرة بارزة من الكبيرة ثم تعمل صفيحة مستديرة مقعرة
وتخرقها من وسطها بقدر القصبة الكبيرة ونضعها فيها مقلوبة وتلحمها
ثم تعمل صفيحة اخرى مثلها وتقعرها كتقعيرها سوا وتخرقها في وسطها
بقدر القصبة الصغرى وتضعها فيها مقلوبة ايضا مطبوقة على اختها
بحيث يكون بينهما تخلل يسير قدر ثخن نصف كراس ورق ثم تركب على
القصبة الصغرى ثلاثة انابيب او اربعة او خمسة بمقدار ما تختار
ليخرج ماؤها صولجانا فمن التوابع المقرر انه اذا اطلق الما في الحوض
نزل في كلا القصبتين وخرج من الكبيرة واعتصر من الصفيحتين فيبرز من
بينهما هيئة خيمة ويبرز من الانابيب صولجانات بعددها ومنطبقة ومنحصرة



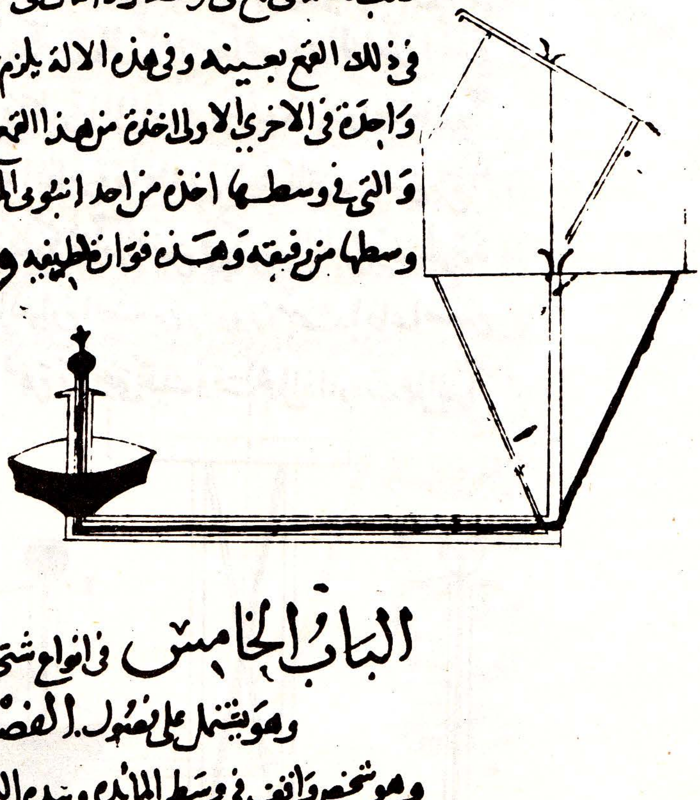
الفوارة الثامنة هذه غير انها تتبدل فتارة صولجه وتارة خيمه وطريق
ذلك ان تعمل ميزابا من ميازيب الماء التي ذكرت في القسم الاول بين
حوضين وتلحم في اسفل كل حوض انبوبا وتخرق احدهما وتدخل الاخر فيه
وتبرز راسه في وسط البركة كما مر تنبيه خرق العبارة في التفهيم من
قبل تخرق احدهما وتدخل فيه الاخر لكن هذا لا يمكن في العمل الهندسة قصبة
النحاس الا ان تعمل القطعتين الواحدتين وتضع واحدة في احدهما ثم الكاس
وتضع واحدة في واحدة وتلحم الرقيقة في الرقبة ثم الثخينة في الثخينة
ثم تعمل القطعة التامة الى احد الحوضين وتلحمها باختها ثم تعمل الاخرى
الكبيرة التامة ايضا الى الحوض الاخر وتقرض جنب تقدر الصغير وتلحمها بها
وتلحمها على الكبيرة هذا طريقة في العمل وما ذكر الا طريقة في التعليم والتصوير ثم
تلحم كل واحد في حوضه فلما تقرر علم انه تارة يصب الميزاب في الحوض الذي
تسري قصبته
الى الخيمة فيرى خيمة
الماء وتارة
يصب في الحوض
الذي يسري الى
الصولجانا ويرى



الفوارة الثالثة فوارتان متقابلتان وكل واحدة منهما يخرج منه
شجرة وخيمة لكن بحيث انه اذا اخرج من هذه الفوارة شجرة كانت خيمتها
مطالة وشجرة الفوارة المقابلة لها عمالة واذا اخرج منها خيمة
كانت شجرتها طالة وخيمة الفوارة المقابلة لها عمالة وطريق ذلك
ان تعمل ميزابا من الميازيب التي ذكرت وتحت كل ميزاب حوض وفي
ذلك الحوض ثقبان مركب على كل واحد منهما قصبة والواحدة اخذة
الى الفوارة اليمنى ونظيرتها الى اليسرى ورقبة الاولى منعطفة داخله
في الثانية ورقبة الثانية داخلة في الاولى كما تقدم بادرنج مبسوط
مركب عليه الخيمة كما ذكرته اما الشجرة فهي كرة من النحاس مجوفة ملحومة
من ثقب فيها على فم الفوارة الصغيرة ودونها مبخشة ابخاشا صغيرة
ليخرج منها الماء كالشجرة ولا يخفى عليك وقت العمل اذا اردت عمل الفوارتين
في حوض واحد
وانما جعلتهما
هنا في حوضين
ليسهل تصورها
وهذه
صورة ذلك



الفوارة الرابعة خيمة دائمة وشجرة وصولجان في وسطها
يتبدلان فتارة يبرز هذا ويبرز هذا وطريق العمل لذلك
ان نعمل ميزابا كما مر قبل هذا غير انه يكون فيه انبوبان اخران منعطفان
الى جهة المحور لينزل منهما ما مالت بحيث اذا امال الميزاب الى الجهة اليمنى
صب احدهما في قمع في الوسط واذا امال الى الجهة الاخرى صب الاخر
في ذلك القمع بعينه وفي هذه الالة يلزم عمل ثلاث قصبات مركبة كل
واحدة في الاخرى الاولى الاخرة من هذا القمع الذي يصب فيه الانبوبان
والتي في وسطها اخذ من احد انبوبي الميزاب المعتادين والتي في
وسطها من فيه وهذه فوارة لطيفة وهذه صورتها



الباب الخامس في انواع شتى من الملح واللطايف
وهو يشتمل على فصول. الفصل الاول في الساقي
وهو شخص واقف في وسط المائدة وبيده اليسرى سمكة وبيده الاخرى

سمكه

سكرجة اذا مضى وقت يسير من حين وضع المائدة مالت وانصب من فمها
نوع من المشروب في السكرجة حتى تقارب الامتلا فتميل يده بها فتوخذ
من يده فاذا احذت رفع يده فتشرب ما فيها وتعيدها اليه فيفعل ذلك
مرة اخرى واخرى وهو من التحف الغريبة وطريق ذلك ان تعمل شخصا
من النحاس او غيره مجوف الراس ورقبته مجوفة ايضا مثقوب طرفها ثقبا
لطيفا وتركبه على بدنه وتجعل تحته نصف طرجهار على محور في صدره
بحيث انه يمتلي من ثقب الرقبة في الزمان الذي تريده ويكون السمكة
التي في يده في محور مسمر في كفه بحيث يرتفع راسها وينخفض ويكون في
نصفها حاجز ملحوم بحيث انه اذا اصب فيها ما وقف عنده على نصف
السمكة ومتى كان نصفها الاعلى ما مالت وفرغته واذا لم يبق
شي عادت لثقل فيها ثقلا يسيرا وتخرق ظهرها خرقا من خلف الجناح
القائم على ظهرها بحيث لا يظهر لمن هو امام الشخص وتخرق صدره ايضا
قبالة هذا الذي في ظهر السمكة فمن الواضح المقرر انه اذا ملي
رأسه بالماء قطر من ثقب الرقبة شيئا فشيئا في النصف طرجهار
حتى يملى وقد علم انه اذا امتلى قلب جميع ما فيه فينزل ما كان فيه
في الانا الذي تحته فيجري ويصب في بطن السمكة فتميل لثقل الماء في
المحور الذي في يده فتصب ما فيها في السكرجة التي في يده اليمنى واذا لم

ويكون تحت المطهرة اناء آخر بحيث ينصب ماؤه في
فتحة الانا [illegible] مسلطا على
الخرق الذي في ظهر السمكة

يبق فيها شيء عادت رافعة راسها وهكذا يفعل مرة بعد اخرى الى

ان لا يبقى في راسه شيء فامتحان الطرجهالي ميل يده با لسكرجه فهو ان يكون

زندها مركبا في انبوبة مادة من باطن اليد وابرة المرفق متقله برصاص

انتقل من يده ومن السكرجه حال كونها فارغة بان يعمل في ابرة مرفقه

زر مربوط فيه وترد اخل خرق معطوف على بكرة الى بطنه معلق فيه

الرصاص الذي اذا كانت السكرجة التي في يده فارغه جذبها فارتفعت

واذا ابدا بالصب فيها ثقلت فانخفضت ولا يخفى عليك ملاحظة ان تكون

السكرجة بحيث اذا كانت مرتفعه وهي فارغة مائلة الى جهته يسيرا واذا ثقلت

ونزلت الى حدها كان سطحها موازيا للافق ولا يخفى ايضا انك تراعي ان يكون

ما يسعه الطرجهار قدر ما تسعه السكرجه فانه اذا كان اكثر اندفق منه وان كان

اقل كانت ناقصة

الفصل الثالث

الفصل الثاني في الطشت ذُار وهو قبة باربعة اعمدة مركبة
على عجلة وفي وسطها صورة غلام جالس على ركبتيه وبيده اليسرى
ابريق وباليمنى منشطة وهي مرفوعة واما اليسرى فممدودة بالابريق وتحت
الابريق طشت فيه صورة بطة من النحاس ومنقارها مائل الى الطشت
واذا قدم الى الملك للاصباح ووضع بين يديه صب الماء من الابريق
حتى ينتهي فاذا انتهى وامتلاء الطشت شربت البطة جميع ما فيه فتمد
يده التي فيها المنديل وغيره حتى يوخذ من يده وطريق عمل ذلك ان
تصنع عجلة وتعمل عليها حوضا مربعا مغطا بغطا ملحوم عليه وفي وسطه
عوامة فيها خيط بارز من ثقب الغطا وعلى اربعة اركان هذا الحوض
اربعة اعمدة وعلى الاربعة اعمدة سطح مستقيم من صفيحة من النحاس
وفوقها قبة ملحومة عليها ووسطها فارغ معد لملي الماء فيه ويكون
احد الاعمدة الاربعة مجوف يجري الماء فيه من القبة الى الاسفل
وينعطف في قطيبة الى ان يطلع في بطن الغلام وينعطف في تجويف يده
الى الابريق ويبرز من بلبلته ثم تعمل امام القبة طشتا جالسا على
خرجة بارزة من القبة وفيه بطة من النحاس راسها مائل الى قعر الطشت
ويكون يد الشخص اليمنى مركبة في زمادة من جهة بطن الزند ترفع وتنخفض
وفي ابرة مرفقه رزة مربوط فيها خيط العوامة بحيث انه اذا كانت في

اسفل الحوض ثقلت من فعته فارتفعت بده واذا ملي الحوض ارتفعت
العوامه فمالت بده بالمنديل ويكون للثقب الذي في العمود غطا محكم
منقبه بنرما دجه وفي نعاوه زنة فيها سلسله ما رزه منزا علا القبه
بحث انه اذا اجذبت السلسلة انفتح الغطآ واذا تركت عاد فما نقرر
من انه اذا املئت القبه حفظ الغطا الما فاذا قدم الى الملك وزفع الذي
قدمه السلسلة جرى المآء ونزل من القبة وصعد الى الابريق وخرج من انبوبه
فاذا انتهى وضوءه ارخى السلسة فانقطع المآ ثم ان هذا المآء الذي في الطشت
نحدبه البطه وتصبه في الحوض فتعوم العوامه فتميل بده بالمنديل ثم اذا رفعت هذه
الالة فرغ المآ
الذي تعبا في الحوض
من ثقب في اسفله
مسدود اعدا وما
مطحون واعيد
المنديل والمرآة
وغير ذلك
وهذه
صـ ـتـه

الفصل الثالث

الفصل الثالث في آلة اخرى من هذا النوع لغسل
اليد من الطعام وهي ترخ عليه طشت مغطا بصفيحه وفوقه هيئة بطة
من النحاس مادة راسها وتحت منقارها طشت صغير مخروق واسفله
وملحوم على خرق في غطا الطشت والى جانبها شخص وبيده محرمه اذا قدم
الى الملك امتص حامله منقار البطة فتخرج منها الما وتتابع نزوله
فيغسل يده ثم اذا انتهى مالت يد الشخص بالمحرمة وطريقه ان تركب على
ترخ طشتا كبيرا وتلحمه عليها ثم تعمل على الطشت صفيحة ملحومة
كما تقدم وتركب على احد جوانبه طشتا صغيرا وتلحمه وتخرق الطشت
مع الصفيحة لينزل ما ينصب فيه من الما الى الطشت الكبير ثم
تركب في وسطه بطة واقفة ملحومة رجلاها في الصفيحة وتعمل
شخصا قائما الى جانبها ملحومة رجلاه ايضا ويده مركبة على برمادجة
في باطن زنده كما تقدم وفي ابرة مرفقه سلسلة من وراء ظهره مدلاة
من خرق اخر في الصفيحه وفيها عوامة كما تقدم فمما تقرر علم انه اذا
ملي بطن البطة من ذنبها لا ينزل الما من فمها لعلو رقبتها فاذا وضع
للحاجة وامتص الما من فمها انجذب الما من بطنها لضرورة الخلا
التي ذكرت في المقلب وشرط رقبتها ان يكون طرفها الملحوم على صدرها
بادلا في بطنها الى ان تماس قعر بطنها المذكور ليجتذب جميع ما فيه فاذا

وا ميلت حتى يبد الما بخروجه ثم يعيد

سن يصدم المحور من جهة يمين صاحب الوجه المليح فلا يمكنه الدوران
الى جهة يساره اذا كان كذلك فاما انضمام يمينه بالتفاحة اوما فيها
عند دوران ظهره وانفتاحها اذا عاد فهو ان يده مركبة بزمادجة
في عضده بحيث ينضم الى صدره وينفتح على زاوية قائمة على عضده
وفي ابرة مرفقه اصبع ملحومة وفيها زردة داخل بطنه وفيها خيط نازل
الى اسفل الصندوق ومنعطف على بكرة صغيرة الى ان يسمر في بكرة
صاحب الوجهين بحيث انها اذا ادبرت التف الخيط عليها فانجذب يده
واذا اعيدت ارتخى الخيط فانخفضت يده وليس لهذا الخيط قياس بل
يطول ويقصر بحسب طول الاصبع التي في المرفق وقصرها وقد يقتضي ذلك
ان يلف الخيط على المحور لا على البكرة وذلك يظهر عند الوضع ما لنا ما ذكرناه .

علبتين من النحاس ونجعل احدهما محكمة على الاخرى بافريزكا المطبقة
ونعمل صحنا محكما على فم العالية ونعمل قصبة من النحاس طول الاثنين
وتخرق الصحن واسفل المطبقة العليا وتنفذها منه مماسة لاسفل
المطبقة السفلى ملحومة في الصحن وفي اسفل المطبقة العليا لحاما
محكما ليس فيه منفذ مطلقا ونعمل قصبة اخرى طول العليا وتخرق
سفلها وتدخل القصبة بحيث تماس قعر الصحن وتلحمها كذلك ثم
نعمل قصبة اخرى طولها وتخرق الصحن في وسطه وتدخلها فيه وتجعلها
مماسة لقعر المطبقة العليا وتلحمه في الصحن ثم تلحم الصحن على فم
المطبقة العليا وتركب العليا بافريزها على فم السفلى وتلحمه
لحاما محكما وثيقا ثم تعمل الفوارة وتركبه على القصبة التي في وسط
الصحن وتصب الماء في الصحن فينزل في القصبة الطويلة حتى يملا البطن
الاسفل ثم تقلبه فينزل من القصبة الملحومة في قعر الطابقة العليا
حتى يملاها ثم تقلبه فيبقى البيت الاعلى مملوءا والاسفل خاليا
فاذا صب في الصحن ماء نزل في القصبة ونفسا في المطبقة
السفلى وصعد قليلا قليلا فطرد الهوا المحتبس فيه فصعد الى الطابقة
العليا ولم يجد خلاصا فضغط الماء فصعد من الفوارة لكنه ينقطع
اذا خلص الماء الذي في الطابقة العليا وامتلات السفلى فينبغى

قلبه مرة اخرى ليتفرغ الماء الى الطبقه العليا كما فعلت اولا

[illegible] [illegible] في مبخرة الفرش وهى قطعتان كل واحدة
نصف كرة متصله كل واحد منهما بالاخرى بنرمادجة ولها افريز
بحيث ينطبق كل واحدة على اختها ولها قفل يضبطها وهى منخشة
من سائر جهاتها بحيث انه اذا وضع فى جوفها النار والبخور صعد من
الانجاش دخانه وفائدتها انها اذا ادرجت فى الفرش لا تحرق شيئا

ولا تنقلب النار في وسطها بل لا تزال النار في المكان الذي وضعتها فيه
لازمة وضعا واحدا وصفتها أن تعمل الكرة كما ذكره ثم تعمل
طوقا معلوم الطرفين كالدائرة أصغر من الكرة وتعمل على محيطه من محورين
ملحومين منها على نقطتين متقابلتين وتعمل لكل محور لبنة مجوفة
منبتة في جانبي أحد القطبين من الكرتين وكل محور داخل في لبنته
وتعمل طوقا آخر صغيرا أصغر من هذا وتركبه في هذا كما ركبت الأول
في الطوق الواحد من الكرتين النصفين ثم لكن كل لبنة من هذه تركب في النصف
مما بين محوري الطوق الأول من الجهتين ثم تعمل طوقا آخر وتركبه في وسط
هذا الثاني بعد كل واحدة من المحور بقدر ثلث ما بين المحورين من
من محيط الطوق ثم تعمل سكرجة من النحاس المفرغ قدر نصف كرة تكون
محيطها أصغر من هذا الطوق الثالث بحيث يدور فيه وتكون ثقيلة
السفل أصغر من هذا الطوق وتركبها فيه في محورين متقابلين في شفتها
على لبنتين في هذا الطوق بعد كل واحد من محوريها بقدر ثلث ما بين
المحورين من محيط الطوق في الجهة المخالفة لجهة الثلث الأول ويكون
دوران هذه المحاور في أقطابها دورانا سلسا فمن المعلوم أنه إذا وضع
النار والبخور في السكرجة وطفقت الكرة وخرجت فإن السكرجة
يثقل سفلها لا يزال سطحها موازيا للأفق وتتبدل المحاور في الدوران

ولا ينقلب ما في السكرجة من النار اصلا ولا يزال ساكنا في وسطها وهذا .

الفصل السادس في زورق الملاح

وهو زورق من النحاس الرقيق وعليه ملاح واقف وبيده صفير قد وضعه على فمه فبعد ساعة من الزمان يغرق مركبه فيصفر بصوت حتى يرفع من الما فيفعل مثل ذلك اذا تمادى مثل ذلك الوقت . وطريقه ان تعمل مركبا من صفيحة من النحاس الرقيق وتوقف عمودا لشخص في وسطها ويكون مجوفا وتجويفه بارز الى فمه وتركب على فمه صفيرا وتخثي اسفل المركب بخشا بحيث انه اذا وضع هذا المركب على الماء تمتلي وتغرق من .

النحس، فقد ربما عد فاذا اُضي هذا الوقت من حين سعد على الماء
يغرق فينبعا الهوي في جوفه ويبرز من فمه فيحصل الصفير فيخرج ويكب
ما فيه من الماء ويعاد وهو لطيف ـــــ يجوز ان يعمل فيه عدة
انقاب احدها موقت على ساعة والاخر على ساعتين والاخر على ثلاثة
الى غاية ما يحتاج ويشد الانقاب بشمع ويفتح المطلوب منها ونتيجته
ان الانسان قد يغفل في اشغاله ويكون يريد بعد مضي ساعة او ساعتين
التوجه الى جهة من الجهات او فعل شي او تعليم وقت صلوة بان زوالها
مثل ذلك الوقت او سار مثل ذلك الوقت فانه اذا فعل ذلك ومضى
مثل ذلك الوقت ايقضه وهو لطيف في فنه

٦٤

الفصل السابع في كون ابريق واحد وهو ابريق يصب منه ماآن مختلفان تارة هذا وتارة هذا مثلا اذا وضع خل وما سكر فان اراد الانسان صب من بلبلته خلا وان اراد صب منه بعينه ما سكر وهو لطيف وطريقه ان تعمل من النحاس نصف ابريق طولا بنصف رقبة بنصف بلبله وتعمل له رفيقا ثم تلحم على احدهما صفيحة نحاس لحاما محكما ثم تجمعهما وتلحمهما فان جوف هذا الابريق يبقى مقسوما بنصفين وتكون بلبلته ضيقة جدا والصفيحة القاطعة لها دون راسها يسيرا بحيث لا ترى من ثقب البلبله ثم تلحم على فم الكبير صفيحه نحاس مهندمه على قدره وبحيث تكون ملحومة ايضا على الصفيحة القاطعة للابريق ايضا وتثقبها فوق كل بيت ثقبا غير كبير ليمكن سده بالاصبع اذا وضعت عليه محكما بلا تكلف ثم تعمل قمعا لطيفا كالذي يعبا به ماء الورد ويعبى به احد هذين البيتين خلا والاخر سكرا حسب ما تختار فمن الواضح اذا بضرورة الخلا انك اذا امسكت الابريق بيدك ووضعت ابهامك على احد هذين الثقبين وسكبت لا ينزل الا ما في ذلك البيتين مما ينزل الاخر المفتوح الثقب المختص به

وهذه

وهمت

الفصل الثامن في سرير العاشق

وهو صندوق لطيف عليه شخصان متقابلان احدهما بوجهين
وجه مليح ووجه قبيح فاذا ادير الوجه المليح كان الشخص المقابل
له مقبلا بوجهه عليه مادًّا يده اليه بتفاحة او زهر او غير ذلك
واذا ادير اليه الوجه القبيح انصرف بوجهه عنه واداره اليه

وجمع يديه بما فيهما الى صدره واذا ادير اليه الوجه المليح دار
اليه ومد يديه ... ان تعمل شخصين على الصفة المذكورة
وتعمل سريرا لطيفا متحجنا وتجعل في بطنه سهمين قائمين متقابلين
بارزين طرف كل منهما من التخت وفي كل محور من جهة بطن التخت بكرة
مقسوم محيطها بقسمين متقابلين والبكرتان بحرز واحد وتقيم
كل شخص على محور متبتا فيه بحيث يكون يمينه محاذيا قسما ويساره
القسم المقابلة وتدير وجه العاشق الى الوجه المليح وتاخذ سيرا من الجلد
المحكم الدباغ الذي لا يطول بالشد وتسمر طرفه بمسمار لطيف في
القطعة المقابلة ليده اليمنى من البكرة وتعطف السير عليها من جهة
ظهره حتى يجي الى النقطة المقابلة لليد اليسرى من صاحب الوجهين
بالنسبة الى الوجه المليح وتسمر طرفه عليها وتقطع ما زاد عنه فمن
الواضح الجلي ان صاحب الوجهين اذا ادير الى جهة يمينه الوجه المليح دار
العاشق الى جهة يمينه شيئا فشيئا حتى اذا كان الوجه القبيح من جهته
كان ظهره اليه واذا اعيد الوجه المليح عاد بوجهه وينبغي ان يكون
من البكرتين في الوسط عمود قائم وفي كل بكرة سن بارز احدهما وهو
سن بكرة العاشق يصدمه من جهة يمينه فلا يقدر على الدوران
الى جهة اليسار اذا كان الوجه المليح اليه وفي بكرة ذي الوجهين

فضى من ذلك الماء الوطر فلا شك ان ينزل الى الطست الكبير الذي
فيه العوامة فتميل يد الشخص شيئاً فشيئاً بالحرمه .. ∴

في فوارة الكيزر وهى علبة من النحاس

عليها صحن مبخوش وفى وسطها فوارة فاذا صببت الماء فى الصحن ونزلت
من ذلك البخش صعد من الفوارة وهو عجيب لان الناظر فيه من اول
وهلة يظن ان الصاعد ذلك الماء بعينه وطريق ذلك ان تعمل

الفصل التاسع في كاسي العدل والجور وهما

كاسان الاول منهما في وسطه عمود وعليه عصفور واسفله
مخروق اذا صب المشروب فيه لا يزال يمتلي الي احد معلوم وهو
ان يحادي منقار العصفور فاذا زاد عن ذلك شيا يسيرا نزل كل المشروب
من الخرق الذي في قعره حتى لا يبقى منه شي اصلا والثاني كاس يوضع
فيه ملوه من المشروب وهو مثلا رطلان فاذا شربه الانسان شرب
رطلا ونصفا او اقل او اكثر بحسب ما يودع فيه من المشروب قبل
ذلك الطريق الي عمل الاول ان نعمل في وسطه قصبة مركبة على خرق
في اسفله وراسها الاعلى دون حافة الكاس يسيرا ثم قصبة اخرى
اوسع من الاولى بحيث تدخل فيها واذا لامست اسفل الكاس تكون
زائدة عنها شيا قليلا ويكون ايضا دون حافة الكاس ويغطى راسها
الاعلى بغطا ملحوم يلحم بلحام قوي محكم ويثقب في اسفل الكاس
بحيث يمكن مرور الما بين شفتيه والكاس وهذا هو المقلب المخفي
ويوضع فوق هذه القصبة عصفور من النحاس مادا منقاره اسفل
من الغطا يسيرا ثم تقرر من امر المقلب وجذبه الما بضرورة الخلا
علم انه اذا صعد ما فيه من المشروب وغطى راس منقاره وحادي
سطح غطا القصبة دار الما في القصبة الوسطى فجذب ما فيه

حميعه واذا تقرر ذلك فاقول اوعمل العصفور على عوامه لطيفه
مخروقة موضوعة في القصبة وكان العصفور ايضا خفيفا
وعمل في راس القصبة بعد وضعه سن يا رز تمنعه اذا صعد من التخلص
منه فانه اذا صب فيه المشروب ارتفع قليلا قليلا حتى يصدمه
السن فيغطي الماء مسقاره اكثر مما كان وبذلك يحاذي الغطا فيدور
الماء في القصبة كما مر وكلما نزل الماء نزل العصفور فيوهم انه
شرب الماء وهو لطيف لان العصفور في الصورة الاولى ليس له
فائدة الا صورة ه ... ا ... صورته

٢١ ال[illegible] وهو كاس الجور وطريقه ان تعمل كاسًا ثم تعد ثلثيه
تعمل شكلًا اخر غير ان اسفله يكون ارق مما ينبغي ليبقى حوله
اذا وضع في الكاس فرجة واعلاه ملاصق لدورة الكاس مشرف
وفي جنبي الكاس فوق الشرافة اربعة اسنان كذلك الشكل
متقابلة صغيرة توهم انها للزينة بحيث انه اذا انزل هذا
الشكل مقابلًا بما بين كل شرافتين منه سنًا ثم ادير بحيث يحاذي كل
سن راس شرافة فلا يبقى هذا الا انا يتحرك فحينئذ اذا قلع ووضع
في الكاس شي من المشروب ثم ضع الشكل فوقه وادير بحيث يثبت
ثم احضر للمجلس فيظن انه خالي فاذا صب فيه المشروب وسقي لاحد
نزل المشروب بان منه جملة الى فيه فيظن انه شرب ما وضع له فقط
والحال انه
شرب الاثنين
وهو
وهذا
[illegible]

أ . . ٩ . . . اا ن . ر . ن . الفاتح

وهو صندوق يعمل فيه خزانة يضع فيها كثير من الدراهم فمن مدّ
يده الى هذا الكنز ليأخذ النقد منه ربط وانقفل على يده
فلا يقدر على اخراجها حتى يجي صاحب الصندوق ويفتح عن يده
وطريقه ان يعمل صندوقا ويعمل له خزانة في جنبه مقسومة بثلاث
بيوت ويعمل كل بيت غطا خاص يقفل عليه ايضا ويصنع قفلا مسندا
بفراشات بحيث انه اذا قفل كان كحلقة وبازآ كل فراشة سهم
طويل اطول من البيت الاوسط من الخزانة بنصف مقدار
وفي القصبة التي يدخل فيها ذلك الفراش حلقة يدخل فيها السهم
كل واحد في نظيره بحيث انه اذا فتح القفل الى اخر السهم ثم دفع
دخل كل في اثر سمته ... ويعمل له مفتاحا خاصا كاي جنس
اردت من الاقفال

ثم نعمل زيدين من احديد ونعمل احد راسيهما مثبتا في رقبة احد
فرد ني القفل والاخر في نظيرتها بزرمادجة والطرف الاخر ثلثه
الاسفل بزرمادجة من داخل مثبتة وتحت الزرمادجة درج صغير
في كل قاطع من قواطع البيتين المتقابلتين في الثلث الاسفل منه
ونخلع خلعين متقابلين في القاطعين المذكورين بقدر ثخانة القفل
بحيث اننا اذا اطبقنا هما امكن ذلك من الخلع ثم نعمل افريزا
على فم البيت الاوسط من الصرافة دائرا عليه ويكون عرض الافريز
ومبروزه بحيث يستر الخلع عن الناظر من جهة العلو وجنباه
يستران السهمين ونكون قد عملت في اسفل البيت الاوسط من
الصرافة قوسين من الفولاد ويصدم كل واحد منهما للطرف الاسفل
من كل من الزندين فينطبق القفل من الاعلى ثم نعمل فوق هذين القوسين
طابقة قدر البيتين تسترهما وتكون الطابقة المذكورة اسفل
من الزرمادجة التي في ثلث السهم في موازاة زرتي الزندين المذكورين
ويكون قد خرقت القاطعين قبالة الزرتين ونربط في كل واحد
منهما قطعة سلسلة لطيفة وفي راسها الاخر حلقة لطيفة
جدا ويكون طولها بحيث ان القفل اذا كان مفتوحا مخفيا وكل
واحدة من فرداته لا ترى من البيت الاوسط يصل محيط هذه الحلقة

الى محيط الاخرى وحينئذ يعمد الى قطعة من حديد نحو مسلة
وطول انملة اصبع او ازيد بحسب المقتضى فاذا ضرب القفل بالفتح
ووضعت الحلقة على الاخرى وادخلت الانملة في الحلقتين
ونحيتهما بعكس ما يقتضيه جذب الحلقتين ونقلتها بالكسر الذي
فيه المبلغ اطمانت ومسكت القفل على الانضمام فاذا
رفع احد الكبير المذكور ادنى رفع تفرقت كل حلقة عن اختها وتمادى كل
سهم الى رفيقه بنسبة القوة له وانفتح القفل المذكور فقبل ان يعمد
على اخراج يده فيحصل المطلوب فيعمل لكل بيت من البيتين متقنا
غطاء وقفل مخصوص به بحيث انك اذا اردت فتحه فتحت غطا
البيت الذي يحاذي وسطى القفل وفتحت القفل بمفتاحه وبذلك يحصل
المطلوب وهو شيء لطيف ———

قريبة من الحيلة التي تقدمت وهو قوس يوضع موتورا مجذوبا
مفوقا بسهم في ممر حيوان يراد قتله اذا مر من هنالك فبمجرد مروره
يقع السهم فيه وطريقته ان تعمد الى مرمة طولها قريب من ذراع (عن)
واحد راسيها تخين مفروض بمقدار قبضة القوس الذي يراد وضعه
فيه ونضع القوس في ذلك الفرض محكما مربوطا من جهتي القبضة
الى ثقب تحتها ونجعل في اعلاها محاذاة السهم ونجذبه الى ان يبلغ
منتهاه ونعلم هنالك علامة ثم تنقر فيها نقرا مستطيلا محكما
نافذا الى اسفلها ويكون حافة الفرض السفلى محدده تحديدا
مدورا كنصل النشاب المليح ثم نعمل قطعة من الخشب
الصلب القوي مربعة طولها شبر واحد راسيها مكفوف (على)
نصف دائرة مدورا مثله فرضا يسع دخول كاز النشاب (فيه)
وراسها الاخر مسلوب من هذ (في نصفها) الثقب الى طرفه وفيه حلقه
لطيفه بحيث انها اذا وضعت في النقر وكان طرفها المسلوب
الى اسفل كان طرفها المشنوق بارزا يسيرا بقدر ما
يعوق السهم اذا كان واقفا على زاوية قايمة
د. ثم ننظمه مع الاولى في النقر بمحور دوي ه

فاذا احكمت ذلك فانك تعمل قطعة من العظم الابيض طول اصبع
وتخلع منها عرضا الي ثلثيها خلعا وتبخشه في وسطه بخشا
نافذا ثم في سطح الخلع بخشا اخذا في طولها ينفذ ينحه
او اقل وراسها الاخر كسيلان نصول النشاب وتركب فيه سهما
طويلا بلا ريش ولا فوق وقضيبا قويا متثبتا فيه ثم تربطه في
البخش النافذ من الخلع وطرفه الاخر في حلقة القطعة الخشب
ووضع ذلك النقب لغير النافذ الذي في سطح الخلع في تحديد
الطرف الاسفل من المرمة كان مانعا لها عن العود واطلاق
الوتر وكان هذا السهم الموصول في العظم بارزا ممتدا في طول
المرمة بحيث انه اذا حرك بادنى حركة انقلع من تحديد المرمة

تعمد الى خيط قوي صح

بحيث انه اذا جذب القوس ووضع الوتر من الفرض صح

فانطلق الوتر فمن الواضح انه اذا فعل ما ذكر ووضع في مجراة المرمة
سهم بنصل ودليش واثبتت المرمة في عطفه من عطف ممر الحيوان
وكان ذلك السهم مادونا في هيمرتة فانه اذا مر ليلا وهو لا يرى ذلك
دفعه بصدره فبادني حركة تنفلت الوتر وتخرج في السهم حتى يصيبه
وهذا العمل لصيد الوحوش الكواسر الشديدة القوة كالاسد
والنمر وما اشبههما وهذه صورته ... ٩٥

الباب السادس

في عمل السيخ الذي يوضع فيه اللحم على النار فيدور بنفسه من غير

وكه

حركة حيوان وهو قد عمله الناس على انحاء شتى منها ان يكون

فى طرفه دولاب بفراشات ويوضع بحذائها ابريق من النحاس

المفرغ المسدود الراس المملو بالماء ويكون بلبلته قبالة

فراشات الدولاب ويوقد تحته النار فانه يبرز البخار محصورا

من البلبلة المذكور فيديره فاذا فرغ الماء من الابريق قرب اليه

ما بارد فى انا بحيث تغطس البلبلة فيه فانه يجتذب بحرارته جميع

ما فى الانا من الماء ثم يبتدا بدفعه وعملوا ايضا على حركة الدخان

البارز من الاوجاق ورتبوا ايضا حركته على حركة ثقالة من

الرصاص كما فى السواقى التى تدور بالدولاب والرقاص غير

انه فى سنة ثلث وخمسين وتسعماية بدار الاسلام القسطنطينية

العظمى لما افكرت انا واخى الاكبر فى عمل ذلك على اسلوب غير هذه

الاساليب قابل للنقل والتحويل من جهة الى اخرى غير متوقف على

امر خارج عن ذلك كالابريق المذكور وما يحتاج اليه من الماء

والنار وكالدخان والثقال الرصاص المعلق فى جهة من البيت

لا يمكن تحويله الى غيرها فعملنا قفصا مربعا مستطيلا من الحديد

قايما على اربعة ارجل وفيه ثلاثة دواليب وفى وسطه محور مربع

بارز منه وفى مقابلته محور اخر كذلك فاذا اراد الانسان استعماله

وضعه فى احد جوانب المنقل واثبت طرف السيخ فيه واذا ر المحور
الاول بمفتاح معداله عشرة دوارات او اقل او اكثر بحسب ما يقتضيه
العمل و تركه ابتدا السيخ فى الدوران فيدور بكل دورة من الدورات
اثنى ادرته عشر دوارات لا بالسريعة ولا البطيئة بحيث انها
ما تنقضى الما وقد استوى اللحم وان تخلف عنها فى الاستوا فتعيد
الادارة بالمفتاح مرة اخرى وطريقته ان تعمل دولابا من الحديد
النقى السالم من التشعيث متناسبا صحيح الاستدارة ويكون قطره
نحو شبر وتقسم محيطه بثمانية قسم متساوية وتقرضها بالمبرد
اسنانا متناسبة وتعمل له محورا احد طرفيه مربع مثبت فيه على
مقدار انملة والطرف الاخر مسندين ويكون طوله اصبعين
وتعمل حلقة من الحديد احد طرفيها محور راسه مربع وسع حلقة
المذكورة قدر ثخانة محور الدولاب المسند بحيث يدور بها
سلسا من غير خلل بحيث يبقى هو والمحور الاول محورا واحدا وتقيس
من اول المحور الاول نحو شبر وبرده على الاستدارة بحيث انه اذا
وضع فى محله دار دورانا لا خلل فيه ثم تربع ما فوق ذلك لاجل المفتاح
وتعمل ثانيا فى الحلقة دولابا اصغر من الاول باسنان كثيرة متشابهة
على قدر ما يقتضيه العمل ملحوما فى الحلقة بحيث انه اذا وضع المحور

في الجلبة الطنبور على الدولاب الاول وتعمل بحذاء اسنانه
نرمادجه ودوراها تورتكا معدم في بنكام القمر بحيث انه ادرت
الجلبة بدولابها الى جهة اليمين دارت واذا ادرت الى اليسار
منعتها النرمادجه ثم تركب على هذه الجلبة قطعة من الخشب
كمثراتة الشكل مخروطية طولها بقدر عرض الجلبة ومحيطها الاكبر
بقدر محيط الدولاب المنشاري الاسنان لا بمقدار اسنانه
وطرفها الاخر اخر من الجلبة بمقدار عرض اصبع وتبردها بالمبرد
المسمى برحاحلزونيا مستديرا من المحيط اخذا في جهة نون الاسنان
المنشارية وتعمل بحذا راسه هذا الجرم حلقة تربط بها الحبل الذي
به وزن ثقل هذه الآلة وتثبتها بالالصاق بالملك في الجلبة مع التسمير ايضا
من جهة وجه الدولاب المذكور بحيث يبقى في غاية الاحكام والملسه

ثم نعمل دولابا اخر اصغر من الاول نحو عرض اصبع وتقسمه
ثمانين قسما وتفرض بالمبرد اسنانا مهندمة لطيفة ونعمل له
محورا في احد طرفيه ~~محورا على احد طرفيه~~ دندانجة عدد اسنانها عشرة
وتكون موافقة لاسنان الدولاب الاول وتركبه في الطرف الاخر
منه مثبتا وهذه صورته

ثم نعمل دولابا اخر يكون محيطه طارة كطارة الغلبة
ونركب على احد طرفيه صليبا لاجل تركيب المحور فيه ونقسم الحرف
الاخر بتسعة وثلاثين سنا منشارية كاسنان دولاب الرقاص
الذي يعمل في الساعات الفرنجية ونعمل له محورا طوله نصف طول
هذا المحور ونعمل في طرفه الواحد دندانجة عدة اسنانها ثمانية

وتكون

ونكون موافقة لاسنان الدولاب الثاني وطرف المحور الاخر ركب
فيه هذا الدولاب على الطرف واسنانه الى خارج بحيث لا يبرز
من المحور الا ذبابته. وهذه صورته

[illegible] طولها نحو قامتين
ونصف وعرضها نحو اربعة اصابع مضمومة من الحديد
المصلب او الفولاذ وتطويها كالسير لها حتى تتناهى
ويكون لها منحرفا قليلا وهذه صورتها

ثم نعمل لها علبة من الحديد سعتها منشورة قليلا وعرض
هذه العلبة قدر طول سهم الدولاب الاول فيما بين نفس قطبه
واول التربيعة التي فيه وتكسر هذه الصفيحة قليلا وندخلها
في العلبة ونسمر طرفها الخارج في محيطها ونعمل محورا مستقيما
مستديرا طول المحور الاول وطرفاه مربعان كهيئة الصورة

ويكون الشق فيه الى محوره لانه ارباعه ويكون قد خرقت العلبة
من وسطها ثقبا يدور هذا المحور وهو داخله في العلبة بحيث يكون
طرف الصفيحة الداخل داخلا في الشق الذي فيه ويكون قد خرقت
الغطا ايضا من وسطه ثقبا يخرج منه السهم ويدخل الغطا ويسمر
على شفة العلبة بحيث يبقى المحور يمكن الادارة ثم تعمل طارة من رقيقة
من الحديد اتساعها بقدر ما يسع دخول العلبة فيه وطارة
اخرى اصغر منها ونعمل من الحديد اربع قوائم طول كل قائمة بقدر
قطر هذه العلبة وقطر الدولاب الاول لا بمقدار ما بين اسنانه
والى اسنان الدولاب المنشاري من القطر وطول نصف قطر الدولاب
الثاني وقطر الدولاب الثالث وزيادة على ذلك بقدر
ما يجاوزه عليها نحو عرض اصبعين ونسمر كل واحد منها من رؤسه
الاعلى في القرانى الاربع من الطوق الاصغر [illegible] والاسفل
مما دون مقدار الرجل في القرانى الاربع من الطوق الاكبر
ثم تقسم ضلعا من اضلاع هذا الطوق ونأخذ من اسفلها بقدر
نصف قطر العلبة ونثقب في العضادة ثقبا مربعا بقدر طرف
محورها المربع ونضع الدولاب الاول بحيث لا يصدم الدولاب
المنشاري الاسنان للعلبة ونثقب في العضادة ثقبا مستديرا

بقدر زمانة بمحوره ثم نشبك اسنان دوامة الدولاب
الثاني في اسنان محيط هذا الدولاب ونثقب في محاذاة دوامة
محوره ثقبا وقد انتهى ما في هذه العضادة ثم نعمل عضادة اخرى
مثلها ونضعها في القطر المقابل على زيادة في الاسفل وقفل في
الاعلى بحيث يمكن فتحها اي وقت اردت ونجعل هذه المحاور موازية
للافق ونثقب في مقابلة الثقب الاول لمحور العلبة ثقبا مربعا ونثبته
فيه وفوقه ثقبا مستديرا لمحور الدولاب الاول ونثبته فيه بحيث
تدور به بحيث يبقى مربعه بارزا ونثقب لمحور الدولاب الثاني ثقبا
ايضا ثم نشبك اسنان الدولاب الثالث في محيط الثاني
ونثقب له في هذه العضادة ثقبا ايضا ويكون فيه ثم نعمل زندا
طويلا مثبتا طرفه فيه في العضادة المقابلة ومنعطفا راسه
الى مقابلة محور هذا الدولاب ونثقب في راسه ثقبا ينتظم فيه
محور هذا ويبقى اسنان هذا الدولاب مشرفة بارزة بحيث انك
لو وضعت المسطرة على قطره على جهة الاسنان لا تمس المحور
ولا طرف الزند ثم نعمل زندا اخر ونثبته في احدى العضادة
محكما ونعطفه الى ان يعترض اسنان الدولاب المستدير بحيث
يبقى تحت رجله محوره ونثقبه ثقبا غير نافذ وهذا المسمار في

الاعلى تكون فوق اسنانه وبحيث يبقى سمت راس المحور وتثقبه
نقبا نافذا وتعمل في هذين الثقبين ميلا بارزا من جهة العلو
ورجله في الثقب الغير النافذ وله محدا فان محاذيان للاسنان
من الاعلى والاسفل معطوفان الى خلاف جهة الاسنان فاذا احكمت
ذلك فقد انتهى الا انك اذا اديرت الدولاب دورة دار الثاني
عشر دورات ويكاد دورة من دوراته تدور الاعلى الذي هو
الثالث عشر فيكاد دورة من الاول تدور الثالث مائة
دورة ومن المعلوم ان الثالث اذا دارت اسنانه
تجاذبت الميل المعطوف الثاني فدفعه السن الاعلى يمينا
والسن الاسفل يسارا فيمنعه من الدوران بسرعة ويحتاج الخيال
هنا فان رايت الحركة سريعة وضعت في راس ميل صفحة تشكل
الهلال كبرها وصغرها بحسب ما يبطئ من الحركة سرعتها
وبطوها فاذا احكمت هذا الامر جميعه كما ينبغي ولم يبق الا ان تعمل
صورة اصلا تجعله ثبت في الجملة التي في اول الجزء من الانجاصه
حبلا طوله بمقدار ما يمكن لفه على الانجاصة وتثقل عنه بقدر
منه وتعمل في راسه حافة مثلثة احد اطرافها كلاب تام الزاوية
يكون قد تعلقت العلقة في محيطها في طرفه من مقابله طرف كلبه

الرق وبينه انقاب كل واحد بقدر ما يدخل فيه هذا الكلاب
وتلف الحبل على العلبة الى جهة دوران الصفيحة كيف كان وحيث
ينتهي فتضع راس الكلاب في ذلك الثقب ثم تقشر العلبة على جهة
لف الصفيحة فيرخي الخيط فتمشيه عليها وتنقل الكلاب الى الان فيسلك
في السند وهذه صورته ...

فحينئذ تعلق المصباح وهو حديدة طويلة مربعة الراس في نحو صالح
قوي ويثقبها ثقبا مربعا بقدر ما اذا وضع في ترتيب محور الدولاب
الاول لا بد وفيه بان يبقى متمكنا محكما ويعطف راسه على زاوية
قائمة لاجل المقبض ويهندمه ويحشنه حسب المقتضى ثم تمسك
مقبضه بيدك وتديره فيدور الكثرة بجانبيها فيلتف الحبل عليها
الى اخره بانكسار العقفجة والتفافها فقطاتها ونخرج المفتاح
فلا يقدر ان تعود بسبب الدولاب المتساوي لمركب ثقله الرماحه
كما تقدم فتقتضي العقفجة فك نفسها فتدير الدولاب الاول
ويدوره يدور الثاني وبدوران الثاني يدور الثالث ويحرك
المعطل الى ان تنتهي الحركة [illegible]

من الحيل والفنون والحركات مما التقطته
مركبت متعددة وما استنبطته من
مشايخ وما ولده فكري الجامد
واودعته بهمتي الجامدة وبالله
تعالى العصمة والتوفيق
[illegible]

[illegible]

١٤٠٧هـ - ١٩٨٧م